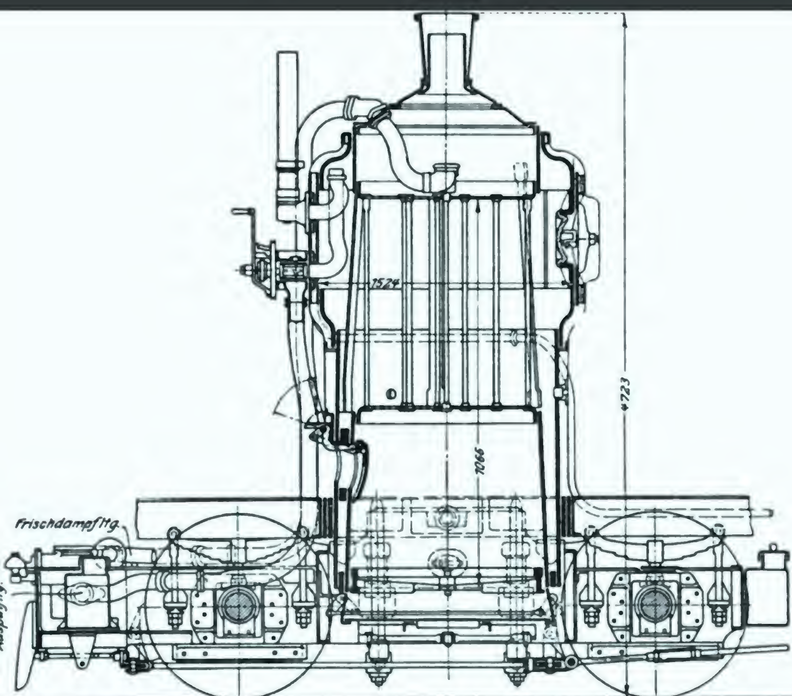


Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe

Arnold Heller

8.25

Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co., Leipzig, Lindenstr. 2.

Soeben beginnt zu erscheinen:

Küster's Autotechnische Bibliothek

Herausgeber: Civilingenieur **Jul. Küster** in Berlin

Preis pro Band, elegant in Leinen gebunden, M. 2.80.

Karl Dietrich, Direktor in Hellenberg i. S.

Bd. 4. **Das Tourenfahren im Automobil.** Von Ober-Ingenieur Ernst Valentin in Berlin.

Bd. 5. **Automobil-Carosserien.** Von W. Romeiser, Automobil-Ingenieur und Wagenbau-Techniker in Frankfurt a. M.

Bd. 6. **Das Automobil und seine Behandlung** (II. Auflage). Von Jul. Küster, Civil-Ing. in Berlin

Bd. 7. **Der Automobil-Motor.** Von Ing. Joh. Menzel, Regierungsbauführer in Charlottenburg.

Bd. 8. **Automobil-Getriebe und -Kuppelungen.** Von Max Buch, Ingenieur in Schnellweide-Mülheim a. Rh.



Bd. 9. **Die Zündung bei Automobilen u. Motorfahrrädern.** Von Ingenieur Josef Löwy, k. k. Kommissar im Patentamte in Wien.

Bd. 10. **Vergaser, Kühler und Anlasser.** Von Ingenieur Joh. Menzel, Regierungsbauführer in Charlottenburg.

Bd. 11. **Automobil-Steuerungs-, Brems- und -Kontrollvorrichtungen.** Von Ingenieur Max Buch in Schnellweide-Mülheim a. Rh.

Bd. 12. **Automobil-Lastwagen.** Von Dipl.-Ing. M. Albrecht, Dozent an der techn. Akademie in Friedberg i. H.

Bd. 13. **Automobil-Rahmen, -Achsen, -Räder und -Bereifung.** Von Ing. M. Buch in Schnellweide-Mülheim a. Rh.

Bd. 14. **Das Nutz-Automobil.** Von Ober-Ing. Alf. H. Simon in Berlin.

Bd. 15. **Das Motorboot des Privatmannes.** Von M. H. Bauer, Spezial-Ingenieur für Motorboote in Hamburg.

Bd. 16. **Das Elektromobil und seine Behandlung.** Von Ingenieur Josef Löwy, k. k. Kommissar im Patentamte in Wien.

Bd. 17. **Personen- und Lasten-Dampfwagen.** Von Jul. Küster, Civil-Ingenieur in Berlin.

Bd. 18. **Das Motorrad und seine Behandlung.** Von Ingenieur Walter Schuricht, Redakteur des „Deutschen Motorfahrer" in München.

Bd. 19. **Automobilmotor und Landwirtschaft.** Von Theodor Lehmbeck, Ing. in Friedenau-Berlin.

Bd. 20. **Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe.** Von Ingenieur Arnold Heller.

Viersprachiges Autotechnisches Wörterbuch:

Bd. 21. **Deutsch-Französisch-Englisch-Italienisch.**

Bd. 22. **Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch.**

Bd. 23. **Englisch-Deutsch-Französisch-Italienisch.**

Bd. 24. **Italienisch-Deutsch-Französisch-Englisch.**

Bd. 25. **Auto-Recht, -Steuer- und -Haftpflicht.** Von Dr. Martin Isaac, Rechtsanwalt in Berlin.

Bd. 26. **Automobil-Rennen und Wettbewerbe.** Von B. von Lengerke, Leiter des Einfahrwesens der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Untertürkheim.

Bd. 27. **Auto-Kauf.** Von Julius Küster, Civil-Ing. in Berlin, und W. Michaelis, Ing. in Berlin.

Bd. 28. **Chauffeur-Schule.** Von Jul. Küster, Civil-Ing. in Berlin, und W. Michaelis, Ing. in Berlin.

Bd. 29. **Wagenbautechnik im Automobilbau.** Von Wilh. Romeiser, Automobil-Ingenieur in Frankfurt a. M.

Bd. 30. **Grundsätze in d. Automobilrechtsprechung des In- u. Auslandes.** Von Dr. jur. A. Klein, Syndikus, u. Jul. Küster, Civ.-Ing. in Berlin.

Bd. 31. **Der Motorwagen im Kriegsdienst.** Von Oberleutnant a. D. W. Oertel.

Die Bibliothek wird fortgesetzt.

Jede Buchhandlung, sowie die Verlagsbuchhandlung nimmt Bestellungen auf einzelne Bände, sowie auf die ganze Bibliothek entgegen.



Küster's Autotechnische Bibliothek

Band 20

Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe

von

Arnold Heller
Ingenieur

Mit 82 Abbildungen im Text



LEIPZIG 1906
Richard Carl Schmidt & Co.
G. Schönfeld's Verlagsbuchhandlung.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 3

I. Eisenbahnmotorwagen auf Nebenbahnen 4

II. Wirtschaftliche Grundlagen des Betriebes mit Eisenbahnmotorwagen 13

III. Betriebsmittel für Eisenbahnmotorwagen 19

IV. Übersicht über die gebräuchlichen Bauarten von Eisenbahnmotorwagen 23

V. Dampferzeuger für Eisenbahnmotorwagen . . . 47

VI. Speisevorrichtungen 74

VII. Dampfmotoren für Eisenbahnmotorwagen . . . 75

VIII. Benzin-Eisenbahnmotorwagen 83

IX. Benzin-elektrische Eisenbahnmotorwagen . . . 88

X. Andere Schienenfahrzeuge mit Antrieb durch Automobilmotoren 104

XI. Motorlokomotiven 106

Einleitung*).

Nach vielen vergeblichen Versuchen, deren Anfänge bis in die ersten Tage des Lokomotivbaues zurückreichen, hat man in den letzten Jahren den Gedanken an eine Verwendung von motorisch betriebenen Fahrzeugen auf bestehenden Schienenwegen wieder aufleben lassen. Es handelt sich hier, wie schon die Bezeichnung „Eisenbahnmotorwagen" besagt, um ein Automobil, d. h. ein in sich selbst mit Kraft versorgtes Fahrzeug, dem die Franzosen der besseren Unterscheidung wegen den Namen „Automotrice" (zum Unterschiede von dem allgemeinen Namen voiture automobile), die Engländer die Bezeichnung „motor coach" (zum Unterschiede von motor car) gegeben haben, das aber im Gegensatz zu den gewöhnlichen Motorwagen auf Schienen zu laufen bestimmt ist.

Als die Haupttriebfeder für die Bestrebungen, Motorwagen im Eisenbahnbetriebe einzuführen, mag der Gedanke angesehen werden, daß es durch solche Fahrzeuge ermöglicht wird, gegenüber dem üblichen Lokomotivbetrieb an totem Gewicht wesentlich zu sparen, und dieser Vorteil kann heute als unzweifelhaft festgestellt angesehen werden. Wenn trotzdem die ersten Versuche auf diesem Gebiete anscheinend aus Mangel an wirt-

---

*) Das vorliegende Büchlein ist eine erweiterte Ausarbeitung eines in der „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure" Jahrg. 1905, veröffentlichten Fachberichtes. Für die freundliche Erlaubnis, meine Arbeit in Buchform zu veröffentlichen, spreche ich dem Verein deutscher Ingenieure an dieser Stelle meinen Dank aus.

Berlin, April 1906. Der Verfasser.

schaftlichem Erfolg fehlgeschlagen sind, wenn man es sogar heute noch manches Mal erleben wird, daß der eine oder der andere Motorwagenbetrieb auf Eisenbahnen sich nicht als wirtschaftlich erweist, so wäre es dennoch Unrecht, die Schuld daran dem Fahrzeug als solchem in die Schuhe zu schieben. Nicht den Motorwagen kann hierbei die Schuld treffen, sondern diejenigen, die bei der Wahl einer Betriebsart und insbesondere auch bei der Wahl der Strecke nicht mit der erforderlichen Sachkenntnis zu Werke gegangen sind.

Der Motorwagen soll nicht, wie von eisenbahntechnischer Seite vielfach mißverständlich aufgefaßt worden ist, als Konkurrent der Lokomotive auftreten. Davon ist niemals die Rede gewesen. Allen Eisenbahnfachleuten ist aber bekannt, daß eine große Zahl von Eisenbahnlinien trotz aller Bemühungen mit Lokomotivbetrieb zu keinem wirtschaftlichen Ergebnis gelangen konnte, daß auch ihr Verkehr sich im Laufe mehrerer Jahre durchaus nicht gehoben hat. Für solche Eisenbahnlinien, die sich zumeist an Stellen befinden, die vom großen Durchgangsverkehr ganz abgeschlossen sind, und deren Betriebslänge im Vergleich zu der Länge der Durchgangsstrecken kaum in Betracht kommt, also für einen verhältnismäßig unbedeutenden Teil des gesamten Eisenbahnnetzes, soll der Motorwagen das Mittel bilden, einen wirtschaftlich günstigeren Betrieb herbeizuführen.

I.

Eisenbahnmotorwagen auf Nebenbahnen.

Nach dem im vorstehenden Abschnitt Gesagten kommt also die Anwendung der Motorwagen in erster

Linie für Nebenbahnen in Frage. Die Verkehrsverhältnisse der meisten Nebenbahnen sind bisher so gewesen, daß die Bahnen, um überhaupt auf die Kosten zu kommen, sich vornehmlich mit der Güterbeförderung befaßt und für eine bessere Abfertigung des Personenverkehrs so gut wie gar nichts getan haben. Insbesondere hat man, wo immer der Versuch gemacht worden ist, den Personenverkehr getrennt von dem Güterverkehr abzufertigen, bei Lokomotivbetrieben stets die Erfahrung gemacht, daß wegen der verhältnismäßig geringen Verkehrsziffer die auf einen Fahrgast entfallende tote Last viel zu groß wurde. Infolgedessen haben sich die meisten Nebenbahnen darauf beschränkt, sogenannte „gemischte" Personen- und Güterzüge einzuführen, die, weil sie auf allen Haltestellen längeren Aufenthalt nehmen müssen, keine größere Reisegeschwindigkeit als 14 km in der Stunde erzielen können. Berücksichtigt man, daß heute unsere Straßenbahn im allgemeinen mehr als 20 km in der Stunde zurücklegen, so kann man leicht einsehen, daß die ebengenannte Reisegeschwindigkeit selbst den gewiß nicht hochgehenden Ansprüchen einer Landbevölkerung nicht genügen kann.

Ein weiterer Grund für die geringe Hebung des Verkehrs auf solchen Nebenbahnen war eine ebenfalls durch den Lokomotivbetrieb begründete mißverständliche Fahrplanpolitik. Die Fahrpläne dieser Strecken wurden nämlich bis jetzt nicht etwa dem Bedürfnis größerer an der Strecke liegender Ortschaften, zum Beispiel Marktflecken, angepaßt, sondern hauptsächlich von dem Gesichtspunkt aus eingerichtet, Anschlüsse an die Hauptstrecken der betreffenden Eisenbahnverwal-

tung zu liefern. Infolgedessen kamen die betreffenden Linien tatsächlich nur für die wenigen Reisenden in Betracht, die der Durchgangsverkehr dahin führte, während das große Publikum der umliegenden Gegend unberücksichtigt blieb.

Das einzige Heilmittel für alle diese Übelstände der Nebenbahnbetriebe darf nach den heute vorliegenden Erfahrungen schon mit einer gewissen Sicherheit in dem Motorwagen erblickt werden. Sein im Vergleich zu der aufzunehmenden Zahl von Fahrgästen kleines Eigengewicht gestattet es, den Wagen selbst mit halber oder noch geringerer Besetzung verkehren zu lassen, ohne daß die Wirtschaftlichkeit wesentlich darunter leiden würde. Trotzdem die Leistung der Maschine, also auch ihr Verbrauch an Betriebsstoffen viel kleiner bemessen werden kann, als diejenige einer Lokomotive, kann man mit dem Motorwagen, weil es sich nur um einen, höchstens zwei Wagen handelt, stündliche Fahrgeschwindigkeiten bis zu 35 und 40 km fahrplanmäßig erzielen, was für den Nebenbahnbetrieb eine große Verbesserung bedeutet.

Der wesentlichste Vorteil des Motorwagens besteht jedoch darin, daß man die Zahl seiner täglichen Fahrten auf einer gegebenen Strecke innerhalb gewisser Grenzen nach Bedarf vermehren kann, ohne an seine Leistungsfähigkeit zu große Anforderungen zu stellen, was beim bisherigen Lokomotivbetrieb nicht so ohne weiteres möglich war.

Die Erfahrungen, die man in bestehenden Betrieben bisher gesammelt hat, lauten höchst ermutigend. Den größten Erfolg hat der Nebenbahnbetrieb mit Motorwagen in Ungarn gehabt, wo die ersten Versuche

unter der Führung des Betriebsleiters A. Sármezey der Aráder und Csanáder Eisenbahn schon im Jahre 1901 unternommen worden sind. Die genannte Eisenbahngesellschaft besitzt ein etwa 390 km langes Netz, auf dem sie infolge der günstigen Ergebnisse der ersten Versuche beschlossen hat, Motorwagenbetrieb einzuführen. Desgleichen haben die ungarischen Staatsbahnen die Absicht ausgesprochen, auf dem von ihnen betriebenen Nebenbahnnetz, das etwa 13000 km Gleislänge besitzt, ausschließlich Motorwagen für die Personenbeförderung zu verwenden.

Aus einem Bericht, den Sármezey über seine ersten Erfahrungen mit Motorwagen erstattet hat, sei nur folgendes erwähnt: Der erste Versuchswagen war mit einem von der bekannten Fabrik De Dion & Bouton in Puteaux bei Paris bezogenen Dampferzeuger und Motor von 52 PS. Leistung ausgerüstet und ist von Ganz & Comp. in Budapest gebaut worden. Der Wagen der im November 1901 in Betrieb genommen worden ist, hatte 8,6 t Betriebsgewicht bei 780 l Wasser- und 100 kg Holzkohlenvorrat, die für 50 km Fahrt genügten. Dieser Wagen hat bereits mit Leichtigkeit 40 km in der Stunde zurückgelegt, dabei sechs kleine Personenwagen von je 3 t Gewicht mit 30 km in der Stunde gezogen und im Mittel 1,5 kg Holzkohle und 10 kg Wasser für einen Wagenkilometer verbraucht.

Infolge dieser Erfahrungen sind dann im Jahre 1902 auf der 50 km langen Strecke Kovácsháza-Csába der Alfölder Ersten Landwirtschaftlichen Bahn zwei Motorwagen eingestellt worden, die je 100 km täglich zurücklegen (zwei Zugpaare) und bedingungsweise auch bei größeren Gehöften oder Straßenkreuzungen halten sollten.

An Markttagen sollte außerdem noch ein Zugpaar abgelassen werden. Aus der nachstehenden Zusammenstellung geht hervor, welchen Aufschwung der Personenverkehr dieser Strecke genommen hat. Während im Jahre 1899 die reinen Zugförderkosten für einen Wagenkilometer (25,6 Pfg.) die Einnahmen (21,2 Pfg.) um fast 20% überstiegen haben, konnte nach Einführung der Motorwagen im Jahre 1903, selbst nach Ermäßigung der Fahrpreise auf weniger als die Hälfte, ein ganz beträchtlicher Überschuß (28,9 Pfg.) erzielt werden. Auch die Leistung der Züge hat sich von 100 km auf 230 km täglich erhöht.

Betriebsergebnisse
der Alfölder Ersten Landwirtschaftl. Bahn.

Betriebsjahr	1899	1900	1901	1902	1903
Zahl der Zugpaare wöchentlich	7	9	9	10	16
Zahl der Reisenden täglich . .	53	113	127	170	272
Tägliche Einnahmen . . . ℳ	19,95	41.50	45,25	55.80	82,50
Zahl der Reisenden für 1 Zugkilometer	0,37	1,10	1,28	1 16	1,28
Einnahmen für 1 Zugkm ₰	21,2	37,4	43,3	36.6	39,1
Einnahmen für 1 Reisenden ,,	57	36,6	35,7	32,9	30.4
Preis einer Fahrkarte III. Kl. zwischen den Endstellen ,,	119	102	102	81,5	42,5
Zugförderkosten für 1 km . . ,,	25,6	25,6	25,6	25,6	10,2

In welcher Weise hat sich seit diesen ersten Versuchen der Motorwagenbetrieb in Ungarn entwickelt hat, mag aus der nachstehenden Zusammenstellung ersehen werden, die die Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*) der amtlichen Fahrordnung entnommen hat.

*) Vom 20. September 1905.

Bahnen		Motorzugpaare
a) Vereinigte Aráder und Csanáder Eisenbahnen:		
Arad-Mezöhegyes	täglich	3
Arad-Borosjenö	,,	2
Arad-Ujszentanna-Kétegyháza . .	,,	2
b) Alfölder erste Wirtschaftsbahnen:		
Békéscsaba-Tótkomlós	,,	3
Kovácsháza-Tótkomlós	,,	4
c) Barcs-Pakráczer Lokalbahn:		
Terezovácz-Suhopolje-Slatina . .	,,	2
d) Borossebes-Menyházaer Lokalb.	,,	3
e) Brassó-Háromszéker Lokalb.:		
Straßenbahnstrecke Brassó-Hosszufalu	jede Stunde	1
f) Kaba-Nádudvarer Lokalbahn .	täglich	7
g) Kassa-Tornaer Lokalbahn . .	,,	3
h) Boldvataler Lokalbahn:		
Miskolcz-Torna	,,	3
i) Mátra-Köröstaler vereinigte Eisenbahnen:		
Kötegyán-Véntö	,,	4
k) Szeged-Nagykikinda-Nagybecskereker Lokalbahn:		
Szeged-Karlova-Nagybecskerek . .	,,	3
l) Szombathely-Rumer Lokalb. .	,,	5
m) Puntatenyö-Kúnszentmártoner Lokalbahn	,,	5

Bahnen		Motorzugpaare
n) Kúnszentmárton-Szenteser Lokalbahn	,,	5
o) Szentes-Hódmezövásarhelyer Lokalbahn	,,	5
p) Ungarische Staatseisenbahnen:		
Szolnok-Pusztatenyö	,,	5
Nagyvárad-Szeged	,,	4
Füzesabony-Eger	,,	4
Békéscsaba-Kötegyan	,,	4

Den außerordentlich günstigen Berichten Sárzemeys ist man bei uns mit großer Zurückhaltung begegnet, zum Teil mit Recht, denn auf so erheblichen Zuwachs im Verkehr haben wenige Nebenbahnlinien bei uns zu rechnen. In Ungarn sind eben die Streckenverhältnisse und die geringen Verkehrsziffern, nicht zum letzten auch die billigen Brennstoffe (Holzkohle, Benzin) für Motorwagen besonders günstig. Indessen kann man auch bei uns Nebenbahnstrecken finden, bei denen sich, richtige Wahl der Fahrzeugbauart und Lösung der Brennstofffrage vorausgesetzt, günstige Ergebnisse erzielen lassen werden. Über Versuche nach dieser Richtung hin liegen bereits amtliche Berichte vor, von denen als Beispiel der Bericht des Eisenbahndirektors Krause in Hohenhameln bei Hannover über den Betrieb auf der Peiner Lokalbahn angeführt werden möge.

Die Ermittlungen beziehen sich auf die Monate Mai, Juni und Juli des Jahres 1905 und die Ergebnisse sind

denjenigen des Verkehrs mit gemischten Zügen in den gleichen Monaten des vorangegangenen Jahres gegenüber gestellt.

I. Es wurden gefahren 1903/04: 21 526 Zug-km gegen 1904/05: 37 323 Zug-km. Hiervon 1903/04: 21 526 Zug-km in gemischten Zügen, 1904/05: 17 705 Zug-km in Personenzügen mit Motorwagen bei 40 km Geschwindigkeit in der Stunde, 3135 Zug-km in Personenzügen mit Lokomotiven bei 30 km Geschwindigkeit in der Stunde, 16 483 Zug-km in gemischten Zügen bei 20 bis 25 km Geschwindigkeit in der Stunde. In sämtlichen Zügen wurden gefahren 1903/04: 201 163 Achs.-km gegen 1904/05: 208 724 Achs.-km. Es kommen daher auf 1 Zug-km 1903/04: 9,34 Achs.-km gegen 1904/05: 5,59 Achs.-km. Diese entsprechen einer toten Wagenlast (also ohne Lokomotivgewicht) von 1903/04: 32,69 t-km gegen 1904/05: 19,57 t-km. Die tote Last verringerte sich daher für jeden gefahrenen Zug-km um rund 40% oder im ganzen in diesen 3 Monaten um 282 000 t-km.

II. An Personen wurden befördert 1903/04: 43 458 gegen 1904/05: 52 527. Der Personenverkehr nahm also zu um rund 21%. Von den beförderten Personen fuhren 1903/04: 43 458 in gemischten Zügen gegen 1904/05: 36 353 in Personenzügen, 16 174 in gemischten Zügen. Diese Beförderung entspricht einer Nutzleistung von 1903/04: 30 116 t-km gegen 1904/05: 36 401 t-km. Die Nutzleistung in der Güterbeförderung betrug 1903/04: 116 862 t-km gegen 1904/05: 162 344 t-km. Es kommen mithin auf 1 Achs.-km Personen- und Güterlast 1903/04: 0,73 t-km Nutzlast gegen 1904/05: 0,95 t-km Nutzlast. Das Verhältnis der toten Last zur Nutzlast betrug 1903/04: 4,78 : 1 gegen 1904/05: 3,68 : 1, daher der

Ladekoeffizient 1903/04: 0,20 gegen 1904/05: 0,27. Die Ausnutzung der Züge war also um 35% höher.

III. An Heizmaterial wurden verbraucht 1903/04: 265 042 kg Kohlen gegen 1904/05: 323 114 kg Kohlen. Es kamen auf 1 Zug-km 1903/04: 12,31 kg gegen 1904/05: 8,63 kg. Der Verbrauch verringerte sich daher um 30%. Auf 1 t-km Nutzlast kommen 1903/04: 1,80 kg Kohlen gegen 1904/05: 1,62 kg Kohlen. Mithin 10% weniger. Die Personen-t-km-Last verhielt sich zur Güter-t-km-Last 1903/04 wie 1 : 3,88 gegen 1904/05: 1 : 4,46. Es kam daher auf 1 Personen-km ein Kohlenverbrauch von 1903/04: 0,37 kg gegen 1904/05: 0,29 kg. Mithin rund 22% weniger. Auf 1 t-km Nutzlast kommen bei Personenbeförderung 1903/04: 1,43 kg Kohlen gegen 1904/05: 1,33 kg Kohlen oder 7% weniger.

IV. Ertragsberechnung. In den Monaten Mai, Juni, Juli 1905 wurden in den Personenzügen 36 353 Personen befördert, welche rund 335 900 Personen-km zurücklegten. Es kommen also auf 1 Zug-km 16 Personen-km. In gemischten Zügen wurden 16 174 Personen befördert, welche 147 180 km durchfuhren. Es kommen also hier auf 1 Zug-km 9 Personen-km und, da außerdem in gemischten Zügen 162 344 t-km Nutzlast gefahren wurde, noch 9,85 t-km auf 1 Zug-km als Leistung dazu.

Nach der Statistik aus dem Jahre 1903/04 brachte 1 Personen-km 3,33 Pfg. und 1 t-km Nutzlast 7,81 Pfg. ein.

Hiernach beträgt die Einnahme aus:

483 080 Personen-km	à 3,33 Pfg.	16 087 Mk.
162 344 t-km	à 7,81 „	12 679 „
		28 766 Mk.

Hiervon geht der Kohlenverbrauch ab und
zwar: für 323 114 kg à 1,75 Pfg. . . . 5 655 „

Es bleibt mithin ein Überschuß von . . . 23 111 Mk.

In denselben Monaten des Vorjahres wurden im gemischten Betriebe vereinnahmt:

401 552 Personen-km	à 3,33 Pfg.	. . . .	13 372 Mk.
116 862 t-km	à 7,81 „	. . . .	9,127 „
		Summa	22 499 Mk.

Hiervon ab der Kohlenverbrauch:
265 042 kg à 1,75 Pfg. . . . . 4 638 „

Es bleiben daher . . . . 17 861 Mk.

Die Mehreinnahme oder der Unterschied zugunsten des getrennten Betriebes beträgt daher 5250 Mk. für ein Vierteljahr.

Hierbei muß bemerkt werden, daß die persönlichen Ausgaben für die Betriebsleitung in beiden Perioden gleich geblieben sind, bei der Trennung von Personen- und Güterverkehr daher nur der Heiz- und Schmiermaterialienverbrauch in Frage kommen konnte. Bei vollständiger Durchführung des Betriebes mit Motorwagen müßte sich der Überschuß also noch erheblich steigern.

II.

Wirtschaftliche Grundlagen des Betriebes mit Eisenbahnmotorwagen.

Die Grundlage für einen wirtschaftlichen Erfolg von Motorwagenbetrieben auf Eisenbahnen ist, wie schon aus dem Vorstehenden ersichtlich sein dürfte, in der Herstellung eines günstigeren Verhältnisses zwischen dem

toten Zuggewicht und der Zahl der mit einem solchen Zug beförderten Fahrgäste zu erblicken. Um das noch besser zu illustrieren, will ich ein Zahlenbeispiel anführen, das in der Zeitschrift des Mitteleuropäischen Motorwagenvereines*) besprochen war.

Es sei die Aufgabe gestellt, mit einem Zuge 150 Personen zu befördern. Hierzu sind auf irgend einer unserer Vollbahnen drei normale Personenwagen von je 15 t Gewicht mit je 50 Sitzplätzen erforderlich, außerdem eine Lokomotive, die mindestens 25 t wiegen dürfte; das Gesamtgewicht des Lokomotivzuges würde dann mindestens 70 t betragen. Ein Motorwagen, der selbst mit zwei Anhängewagen eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 30 bis 35 km erzielen kann, wiegt, allerdings im günstigen Falle, 15 bis 16 t. Er kann dabei selbst 40 bis 50 Personen aufnehmen und braucht daher nur zwei Anhängewagen von je 15 t, um die gegebenen 150 Reisenden zu befördern; macht ein Gesamtgewicht des Motorwagenzuges von nur 45 t.

Der Vergleich zwischen Lokomotivzug und Motorwagenzug würde allerdings nicht so ungünstig ausfallen, wenn man statt unserer normalen Lokomotiven die speziell für solche Zwecke gebauten leichten Lokomotiven, zum Beispiel die zweiachsige Lokomotive, Bauart Gölsdorf, berücksichtigt hätte. Allein dazu liegt meines Erachtens kein Grund vor, denn solche Lokomotiven sind augenblicklich im Nebenbahnbetrieb höchstens ausnahmsweise im Gebrauch, während mein Vergleich vornehmlich dazu bestimmt ist, Kritik an den bestehenden Verhältnissen zu üben.

---

*) Jahrgang 1904 Heft XV.

Das Mißverhältnis zwischen dem Zuggewicht bei Lokomotivbetrieb und Motorwagenbetrieb wird übrigens noch auffallender, wenn man, wie das auf den ungarischen schmalspurigen Nebenbahnstrecken geschieht, ganz leicht gebaute Anhängewagen von je 20 Sitzplätzen und 3 t Eigengewicht verwenden kann; die normalspurigen Anhängewagen der Arader und Csanáder Eisenbahn haben 48 Sitzplätze und wiegen auch nur 6,3 t.

Immerhin zeigt schon das oben ausgeführte Beispiel, daß man auch bei Wahl von normalem Eisenbahnmaterial schon auf eine Ersparnis von 35% an totem Gewicht kommen muß, eine Ersparnis, die im Kohlenverbrauch und in den Kosten für die Zugförderung unbedingt zum Ausdruck kommt.

Es genügt wohl mit bezug hierauf auf den im vorstehenden Abschnitt erwähnten Bericht des Eisenbahndirektors Krause zu verweisen. Aber auch nach meinen eigenen Erfahrungen hat zum Beispiel auf einer kurzen Vollbahnstrecke in der Nähe von Berlin, wo Versuche mit Dampfmotorwagen, Bauart Ganz & Comp., gemacht worden sind, ein Lokomotivzug bei 110 km Tagesleistung etwa 2000 kg Kohlen täglich verbraucht, der Motorwagen dagegen, der mit einem Anhänger etwa 100 Personen aufnehmen kann, nur 500 kg täglich, und auch dieser Verbrauch ist noch sehr hoch und hätte durch bessere Schulung der Bedienungsmannschaft und durch Vermeiden von Betriebsstörungen vermindert werden können. Daß der Lokomotivzug mehr Reisende aufnehmen könnte, ist bei der Verkehrsziffer der in Rede stehenden Bahnstrecke belanglos, wenigstens soweit der Wochentagsverkehr in Frage kommt. Andererseits hätte auch ein Motorwagen bei einer wesentlichen Steigerung

des Verkehrs seinen Dienst noch versehen können, weil die Zahl seiner täglichen Hin- und Rückfahrten sich leichter vermehren läßt, als beim Lokomotivzug.

Es ist natürlich sehr schwer, ganz allgemein anzugeben, wie groß die auf den Zugkilometer berechneten Betriebs- und Erhaltungskosten bei verschiedenen Betriebsarten sind. Während zum Beispiel Sármezey auf Grund seiner Erfahrungen bei den ungarischen Nebenbahnen die Zugförderungskosten bei Motorwagenbetrieb etwa auf die Hälfte derjenigen bei Lokomotivbetrieb veranschlagt, stützt sich Ministerialrat Pascher auf die Angabe, daß der Brennmaterialverbrauch für eine Pferdekraft bei Motorwagen allgemein wesentlich größer ist, als bei Lokomotiven, nach seinen Erfahrungen sogar doppelt so groß, so daß der Nutzen der Verringerung der toten Last durch den höheren Brennmaterialverbrauch der Motorwagen mehr als ausgeglichen wird.

Des Interesses wegen seien die beiden Angaben einander gegenübergestellt: Nach Sármezey sind die Kosten für einen Zugkilometer folgende:

Königlich ungarische Staatseisenbahn	Lokomotiven	34,4	Pfg.
Arad-Csanáder Eisenbahn	Lokomotiven	32,3	,,
Arad-Csanáder Eisenbahn	Dampfmotorwagen	10,8	,,
Arad-Csanáder Eisenbahn	Benzinmotorwagen	12,6	,,
Alfölder landwirtschaftliche Bahn	Lokomotiven	25,7	,,
Alfölder landwirtschaftliche Bahn	Dampfmotorwagen	10,2	,,

In diesen Zahlen sind die Kosten für die Zugbegleitung nicht berücksichtigt. Hätte man das getan, dann

wäre der Vergleich noch günstiger für Motorwagenbetriebe ausgefallen, weil bei jedem Lokomotivzug im Allgemeinen mindestens zwei Begleiter und ein Heizer mitfahren, während bei jedem Motorwagen nur einer genügt.

Nach den Angaben des Ministerialrats Pascher dagegen sollen die Betriebsausgaben sich folgendermaßen stellen:

Lokomotive	28,2 t Gewicht	24,2 Pfg.
Lokomotive	33,7 t „	27,2 „
Daimler-Motorwagen (Benzin)	15,0 t „	33,2 „
Serpollet-Motorwagen (Dampf)	18,5 t „	26,1 „
Komarek-Motorwagen (Dampf) schmalspurig .	6,4 t „	24,2 „
Komarek-Motorwagen normalspurig	19,0 t „	26,6 „
Elektrischer Motorwagen (Tabor-Běchin)	17,5 t „	44,3 „

In den vorstehenden Angaben sind die Ausgaben für Personal bereits miteinbegriffen, sie stehen demnach in einem auffallenden Widerspruch zu den von Sármezey mitgeteilten Zahlen über den Betrieb der ungarischen Bahnen. Dazu kommt, daß im Widerspruch mit den tatsächlichen Erfahrungen die Ausgaben für Personal bei Motorwagen und Lokomotiven genau gleich bemessen sind und daß ferner das Gewicht von Lokomotiven und Wagen außerordentlich niedrig (5,7 t für den Wagen und 16,6 t für die Lokomotive) bemessen ist. Welche Quellen für die Zahlen herangezogen worden sind, ist nicht angegeben. Nach meiner Meinung dürften sie

kaum einen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen können, trotzdem sie von einer amtlichen Persönlichkeit mitgeteilt sind.

In Deutschland sind Eisenbahnmotorwagen bis jetzt nur von den Württembergischen Staatsbahnen in größerem Umfange in Verwendung genommen worden, und auch hier sind die Erfahrungen bis jetzt recht günstig. Es liegen mir die betreffenden Angaben der Verwaltungsberichte über die Jahre 1903 und 1904 vor, aus denen ich nachstehende Angaben anführe:

Es waren im Betrieb	1903	1904
Zweiachsige Dampfwagen (Bauart Serpollet mit 30 und 40 Sitzplätzen)	7	7
Zweiachsige Benzinwagen (Daimler) . .	5	5
Vierachsige Akkumulatorenwagen . . .	1	1
Mittlere Leistung eines Motorwagens km	31716	30451
Auf 1 km haben die Dampfwagen verbraucht:		
Brennstoff . . . . Pfg.	4,70	4,53
Schmiermittel . . . . „	0,45	0,28
Unterhaltung . . . . „	7,13	6,64
Auf 1 km haben die Benzinwagen verbraucht:		
Brennstoff . . . . Pfg.	9,66	7,97
Schmiermittel . . . . „	0,48	1,11
Unterhaltung . . . . „	3,71	1,76

Die vorstehenden Ergebnisse bieten auch einen Anhalt für einen Vergleich zwischen Motorwagen mit Dampf- und mit Benzinbetrieb, obgleich die Serpollet-

Dampfwagen sich nicht als die besten Vertreter der Dampfwagen erwiesen haben und die Ergebnisse der Dampfwagenbetriebe etwas zu ungünstig sein dürften. Beweis dafür ist, daß die Württembergischen Eisenbahnen im Jahre 1905 Versuche mit einer neuen von der Maschinenfabrik Eßlingen herrührenden Bauart von Dampfwagen angestellt und zwei davon in regelmäßige Benutzung genommen hat.

III.

Betriebsmittel für Eisenbahnmotorwagen.

Als dasjenige Betriebsmittel, das für Eisenbahnmotorwagen in erster Linie in Betracht kommt, wird man nach den bis heute vorliegenden Erfahrungen zunächst noch den Dampf ansehen müssen, obgleich von allen Betriebsmitteln, die man bei Straßenfahrzeugen verwendet, nämlich Benzin (Spiritus), Elektrizität und Benzin und Elektrizität gemischt, keines unversucht geblieben ist.

Der Erfolg des Dampfbetriebes, der gegenüber den sonstigen Erfahrungen im Motorwagenbau einigermaßen befremdend wirkt, ist durch die Eigenart des Eisenbahnbetriebes begründet. Es lassen sich nämlich im Eisenbahnbetrieb die Vorteile des Verbrennungsmotors nicht in dem Maße ausnützen, wie bei Straßenfahrzeugen, während andererseits die Nachteile des Verbrennungsmotors beim Eisenbahnbetriebe um so schwerer ins Gewicht fallen.

Man kann sich das sofort klar machen, wenn man näher untersucht, welche Anforderungen an Motorwagen im Eisenbahnbetriebe gestellt werden. Kennzeichnend

und in erster Linie zu berücksichtigen ist beim Eisenbahnbetrieb die Forderung höchster Zuverlässigkeit des Wagens, die allein es möglich macht, einen Fahrplan einzuhalten. Solche Zuverlässigkeit wird man im allgemeinen von Straßenfahrzeugen nicht zu fordern brauchen.

Dagegen kommt bei den Wagen für Eisenbahnbetriebe die große Rücksicht, die bei Straßenfahrzeugen auf Verminderung des Wagengewichts genommen wird, nicht so sehr in Betracht, weil wegen der geringeren Radreibung auf den Schienen ein gewisses Mindestmaß von Adhäsionsgewicht ohnedies erforderlich ist, um das Wagengewicht mit einer gegebenen Beschleunigung fortbewegen zu können.

Ferner wird auch die große Rücksicht, die man heute bei Straßenfahrzeugen auf Einfachheit und Übersichtlichkeit der Bedienungshebel nimmt, für die Wagen im Eisenbahnbetriebe nicht so sehr in Betracht kommen, denn zum Lenken und Führen der Wagen wird im allgemeinen ausgebildetes Personal zur Verfügung gestellt.

Selbst wenn man nun annimmt, daß der Benzinmotor, wie er heute im Automobilbau allgemein verwendet wird, in bezug auf Zuverlässigkeit dem Dampfmotor völlig gleichkommt, eine Annahme, die meines Erachtens noch nicht so ohne weiteres berechtigt ist, so bleiben an dem Eisenbahnmotorwagen mit unmittelbarem Antrieb durch Benzinmotoren hauptsächlich drei Mängel haften: 1. der teure Brennstoff, 2. die geräuschvolle und empfindliche Übertragung von der Motorwelle auf die Treibachse und 3. die bekannten Schwierigkeiten beim Anfahren oder Umkehren des Wagens.

Alle diese Mängel werden mit einem Schlage vermieden, wenn man statt des Benzinmotors einen Dampfmotor wählt, denn der Brennstoff ist billiger, die Übertragung einfacher, gegebenenfalls sogar ohne irgendwelches Zwischenglied unmittelbar von der Maschinenwelle aus durchführbar, und auch das Anfahren und Umkehren läßt sich durch einfaches Umstellen eines Ventils bewirken.

Man nimmt dafür mit dem Dampfmotor hauptsächlich den Nachteil in Kauf, daß man außer der Dampfmaschine auch noch einen Dampferzeuger mitführen muß, der 1. das Wagengewicht erhöht, 2. jene Strecke, die ohne Aufenthalt durchfahren werden kann, verkürzt und 3. häufig einen besonderen Mann außer dem Wagenführer zur Bedienung erfordert.

Der erste Einwand ist wohl für Straßenfahrzeuge, nicht so sehr aber für Eisenbahnmotorwagen von Belang, wie schon oben betont worden ist.

Der zweite Einwand fällt mit dem Hinweis darauf, daß Eisenbahnmotorwagen sich bis jetzt gerade dort bewährt haben, wo viele Haltestellen vorhanden sind, die häufiges Anfahren erforderlich machen. Wo aber viele Haltestellen sind, da findet sich immer Zeit, den an sich geringen Wasser- und Kohlenvorrat, den ein solcher Wagen mit sich führt, zu ergänzen.

Was den dritten Einwand betrifft, so muß man ihn allerdings für einzelne Konstruktionen als berechtigt anerkennen. Dagegen gibt es heute schon eine Reihe von Eisenbahnmotorwagen, die keine besonderen Heizer beanspruchen, sondern bei denen das Beschicken und Beaufsichtigen des Dampferzeugers durch den Wagenführer selbst erfolgen kann. Berücksichtigt man dabei,

daß auch bei denjenigen Dampfwagen, die mit besonderen Heizern fahren, diese Heizer zumeist Aushilfskräfte ohne besondere Schulung sind, daß also die Ausgaben für einen solchen Heizer bei der gesamten Betriebsrechnung nur ganz unwesentlich in Betracht kommen, so wird man sich dem oben Gesagten anschließen, nämlich, daß tatsächlich unter den heutigen Verhältnissen die Dampfwagen noch wesentliche Vorteile gegenüber den Wagen mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren bieten.

Wenngleich in dem Vorstehenden die Überlegenheit des Dampfbetriebes für Eisenbahnmotorwagen auf Grund der heutigen Verhältnisse gewissermaßen anerkannt worden ist, so soll das dennoch nicht dahin aufzufassen sein, als bedeutete diese Anerkennung zugleich irgend eine Andeutung über die endgültige Lösung, die der Frage der Eisenbahnmotorwagen in nächster Zukunft beschieden sein wird. Gibt es doch heute schon Fälle, wo man aus rein wirtschaftlichen Gründen dem Dampfbetriebe andere Betriebsarten vorziehen wird, und liegen doch heute schon außerordentlich ermutigende Angaben über solche anders betriebene Eisenbahnmotorwagen vor. Schließlich wird man auch in Erwägung ziehen müssen, daß weder das Gebiet der Dampfmotoren noch dasjenige der Verbrennungsmaschinen heute ganz abgeschlossen ist. Die nächste Zukunft kann uns durchschlagende Verbesserungen der Dampfturbinen oder der Gasturbinen bringen, die auch auf die Entwicklung des Eisenbahnmotorwagens nicht ohne Einfluß bleiben würden.

IV.

Übersicht über die gebräuchlichen Bauarten von Eisenbahnmotorwagen.

Die im Nachstehenden zu besprechenden Bauarten von Eisenbahnmotorwagen, wie sie heute gebräuchlich sind, sollen zunächst hinsichtlich ihres äußeren Aufbaues und dann hinsichtlich ihrer Betriebsmittel getrennt behandelt werden. Die Einteilung ist erforderlich, weil auch im äußeren Aufbau der Eisenbahnmotorwagen ganz unabhängig von den Betriebsmitteln gewisse Bestrebungen unverkennbar sind, die einer besonderen Beachtung bedürfen.

Was also den äußeren Aufbau der Eisenbahnmotorwagen betrifft, so kann man die heute bekannten Konstruktionen einteilen in solche, die den Lokomotiven, und solche, die mehr den Eisenbahn-Personenwagen nachgebildet sind.

Lokomotivenähnliche Wagen werden heute vorzugsweise in England und Frankreich verwendet, soweit der Dampfbetrieb in Frage kommt. Kennzeichnend für diese Bauart ist eine verhältnismäßig langsam laufende, in der Regel von außen sichtbare Zwillingsmaschine, in neuerer Zeit auch Verbundmaschine, deren Triebwerk in gleicher Weise wie bei Lokomotiven an einem Räderpaar unmittelbar angreift. Die Bezeichnung dieser Bauart als lokomotivenähnlich wird noch mehr begründet durch die Anordnung des Dampfkessels am vorderen Wagenende, derart, daß sich seine Gestalt zumeist deutlich von dem Wagenkasten abhebt.

Die ersten Anfänge dieser Bauart fallen auch mit den ersten Anfängen des Lokomotivbaues zusammen. Figur 1 zeigt zum Beispiel die von Adams in den Betrieb der Great Western Railway im Jahre 1848 eingestellte Lokomotive, richtiger Wagen, „Fairfield“. Aus der Zeichnung sind die oben angeführten Hauptmerkmale dieser Wagenbauart recht deutlich zu ersehen. Allerdings war dieser Wagen aus zwei Teilen zusammengesetzt, indem nämlich der Maschinenrahmen samt Kessel für sich hergestellt war. Da dieser Teil aber nur auf einer Achse ruhte, so war er dennoch nicht für sich allein betriebsfähig.

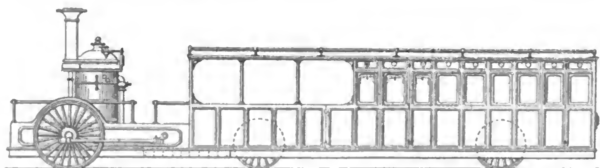
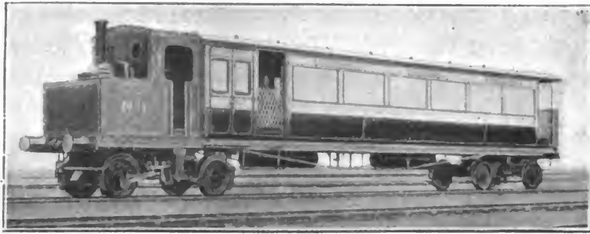


Fig. 1. Eisenbahnmotorwagen „Fairfield“ der Great Western Railway, 1848.

Die Maschine hat übrigens keine lange Lebensdauer besessen. Der stehende Kessel ist kurze Zeit darauf durch einen liegenden ersetzt worden. Einige Zeit später hat man dann den Maschinenteil vom Wagen gänzlich losgelöst, eine Laufachse daruntergesetzt und die Maschine als Tenderlokomotive benutzt.

Auch die neueren englischen Wagen haben übrigens die Kennzeichen dieser Bauart deutlich beibehalten. Einer der bemerkenswertesten davon ist auf der Linie Fratton-Southsea bei Portsmouth für den Anschlußbetrieb der London and South-Western und der London, Brighton and South-Western Railway in Verwendung.

Der Wagen ist in den Figuren 2 bis 4 dgrgestellt. Er ist über den Puffern etwa 16,5 m lang und enthält außer einem Gepäckraum für 1 t Last zwei Personen-



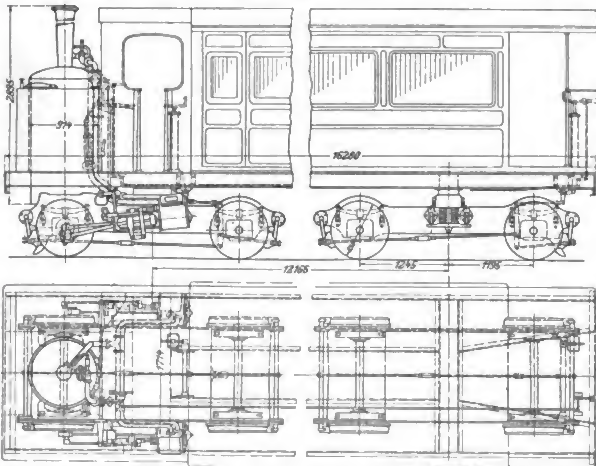


Fig. 2—4. Eisenbahnmotorwagen der London and South Western Railway.

abteile mit 14 Sitzplätzen I. und 32 Sitzplätzen III. Klasse. Der Wagen ruht auf zwei Drehgestellen von je 2,44 m Achsabstand und wird durch eine Zwillingsmaschine

angetrieben, deren Zylinder nach vorn geneigt sind. Die Maschine hat 178 mm Zylinderdurchmesser und 254 mm Hub und ist mit der bekannten Heusingersteuerung versehen.

Auf der Verlängerung des vorderen Drehgestelles ist unabhängig von dem Wagenkasten der Dampferzeuger gelagert. Dieser ist als stehender Feuerbüchsenkessel von 11,7 qm Heizfläche und 0,45 qm Rostfläche mit geneigten Wasserröhren in der Feuerbüchse konstruiert. Wie aus den Abbildungen zu ersehen, hebt sich auch hier der Kessel samt dem Gehäuse, welches den Führerstand umgibt, deutlich von dem Wagen ab, wodurch das lokomotivenähnliche Aussehen verstärkt wird.

Der Wagen wiegt im Betriebe 23 t und soll seine höchste Geschwindigkeit von 45 km in der Stunde schon nach 45 Sekunden erreichen können.

Die ersten Berichte über diesen Wagen haben außerordentlich günstig gelautet. Man hat tatsächlich gehofft, namentlich auf Londoner Vorortstrecken während der Stunde schwächeren Verkehrs, eine wesentliche Ermäßigung der Zugförderungskosten zu erzielen und so den viel billigeren Straßenbahnen wirksame Konkurrenz machen zu können. Wie weit diese Hoffnungen erfüllt worden sind, ist nicht zu ermitteln. Immerhin dürften die Ergebnisse dieses Wagens, der einer der ersten Eisenbahnmotorwagen in England gewesen ist, ganz bemerkenswert gewesen sein, wenigstens ist man zu diesem Schluß berechtigt, wenn man die große Zahl von Eisenbahnmotorwagen überblickt, die seither in England in Betrieb genommen worden sind.

Aus der Reihe der in England verwendeten Eisenbahnmotorwagen sind nachstehend noch einige bemer-

kenswertere ausgewählt. Figur 5 zeigt einen Wagen der Great North of Scotland Railway, der insbesondere wegen der eigenartigen Bauart seines Dampfkessels Beachtung verdient. Der Wagen ist für 45 Fahrgäste bestimmt und außerordentlich kräftig gebaut. Er soll bei den Probefahrten bis zu 96 km in der Stunde erreicht haben. Auf die Kesselkonstruktion werde ich später noch zurückkommen.

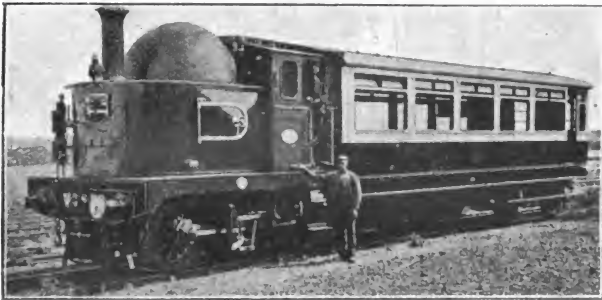


Fig. 5. Eisenbahnmotorwagen der Great North of Scotland Railway.

In Figur 6 und 7 ist ein Dampfwagen dargestellt, der von der Midland Railway Comp. auf einer etwa 6 km langen Strecke in der Nähe von Lancaster betrieben wird. Dieser Wagen ist über 18 m lang und kann 64 Fahrgäste aufnehmen. Um einen größeren Teil des Wagengewichts als Treibgewicht verwenden zu können, ist hier das Triebwerk der Maschine mit beiden Achsen des einen Drehgestelles gekuppelt. Die Einteilung des Wageninneren und die Anordnung der Sitze sind aus Figur 7 deutlich zu ersehen. Zum Antrieb des Wagens dient eine Zwillingsmaschine von 280 mm Zylinderdurchmesser und 381 mm Hub.

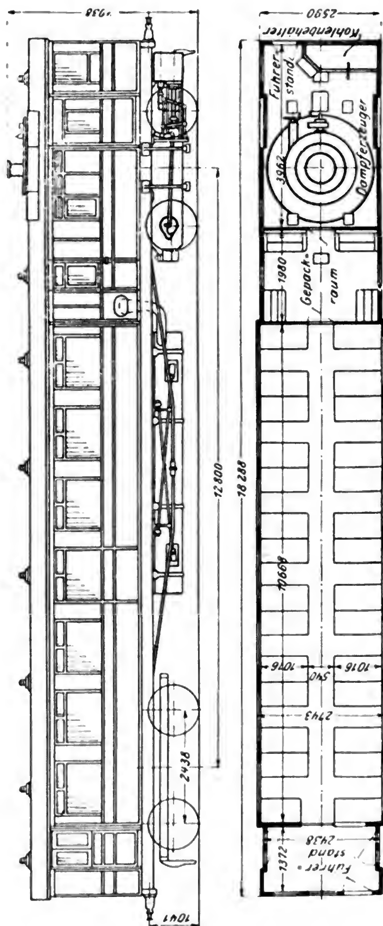


Fig. 6 und 7. Eisenbahnmotorwagen der Midland Railway Company.

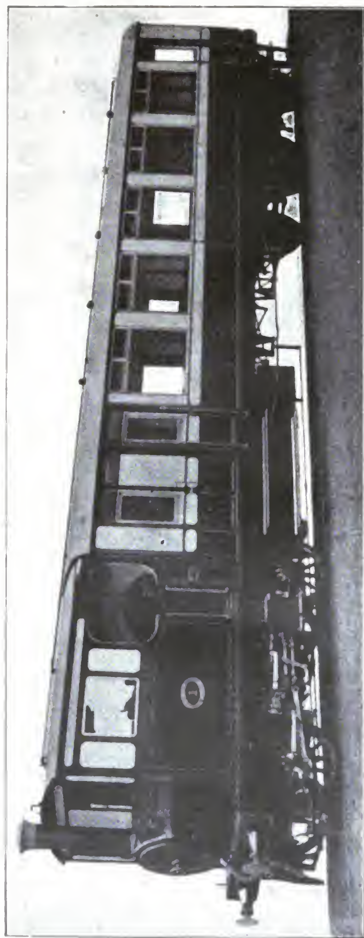


Fig. 8. Eisenbahnmotorwagen der London, Brighton and South Coast Railway.

Eine der neuesten englischen Ausführungen, die aber ebenfalls noch die Kennzeichen der lokomotivenähnlichen Wagen aufweist, ist von der London, Brighton Southcoast Railway Comp. für den Dienst zwischen Eastbourne und St. Leonards in Betrieb genommen worden, siehe Figur 8. Dieser Wagen ist mit einem liegenden Kessel von 33 qm Heizfläche und 0,63 qm Rostfläche versehen, der Dampf von 12,6 Atm. liefert. Der Wagen, der etwa 50 Fahrgäste aufnimmt, wiegt im Betrieb 34 t.

Der Bau von lokomotivenähnlichen Motorwagen für Eisenbahnen, gelegentlich auch für Straßenbahnen, wird ferner seit einigen Jahren von der Maschinenfabrik F. X. Komarek in Wien gepflegt, deren Erzeugnisse in den Figuren 9 bis 16 wiedergegeben sind.

Der auf einer schmalspurigen Nebenbahn in der Nähe von Wien betriebene Dampfwagen, Figur 9, nimmt bei 24,4 t Gewicht 35 Personen auf und kann, wie ersichtlich, noch mehrere Anhänge- und Güterwagen auf ganz beträchtlichen Steigungen mitführen. Aus Figur 11 bis 13, die einen etwas kleineren Schmalspurwagen der k. k. Staatsbahndirektion St. Pölten darstellen, sind alle Einzelheiten zu ersehen. Der Wagen, der 35 km in der Stunde zu erzielen vermag, wird von einem Verbundmotor von 140 und 200 mm Zylinderdurchmesser und 250 mm Hub angetrieben; der Treibachsdruck beträgt 5 t. Der stehende Dampferzeuger, auf dessen Konstruktion ich noch näher eingehen werde, hat 25 Atm. Betriebsdruck und wird aus einem unter dem Wagenkasten gelagerten Wasserbehälter durch eine zwangläufig angetriebene senkrechte Pumpe gespeist. Daneben ist noch ein Injektor zur Aushilfe vorhanden. Der Wagen ver-



Fig. 9. Eisenbahnmotorwagen von F. X. Komarek.



Fig. 10. Eisenbahnmotorwagen von F. X. Komarek.

braucht im Mittel 2 kg Kohle für 1 Zugkilometer bei 8 bis 16 t Zuggewicht.

Der in Figur 10 abgebildete Wagen hat nachträglich mit einer vorderen Laufachse versehen werden müssen, um die Treibachse zu entlasten. Aus diesem Grunde hat die Fabrik bei ihren neueren, für das Niederösterreichische Landeseisenbahnamt bestimmten Motorwagen für vollspurige Strecken eine dreiachsige Bauart gewählt, Figur 14 bis 16, wobei die mittlere Achse Treibachse ist, während die vordere das Gewicht des Dampferzeugers aufnimmt.

Nachstehend sind einige Abmessungen und Ergebnisse von Versuchsfahrten mit einem Komarek-Wagen auf der Strecke Korneuburg-Ernstbrunn der Niederösterreichischen Landesbahnen angeführt.

Zylinderdurchmesser	260/380	mm
Hub	450	„
Durchmesser der Treibräder	1000	„
Kesselheizfläche insgesamt	38,20	qm
Kesselheizfläche wasserberührt . . .	31,70	„
Überhitzungsfläche	6,50	„
Rostfläche	0,90	„
Dampfspannung	13	at.
Inhalt des Wasserkastens	1800	ltr.
Größte Verdampfung auf 1 qm Gesamtheizfläche	82,5	„
1 kg Kohle verdampft Wasser von 20° C	7,5	„
Größte Leistung	227,20	PS.
Mittlere Geschwindigkeit	30,00	km/st.
Größte Geschwindigkeit	47,00	„
Dampfverbrauch	11,84	kg/PSi-st
Kohlenverbrauch	1,6	„

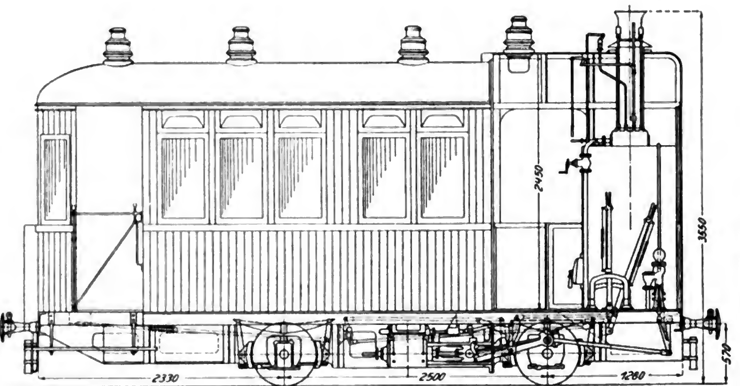


Fig. 11.

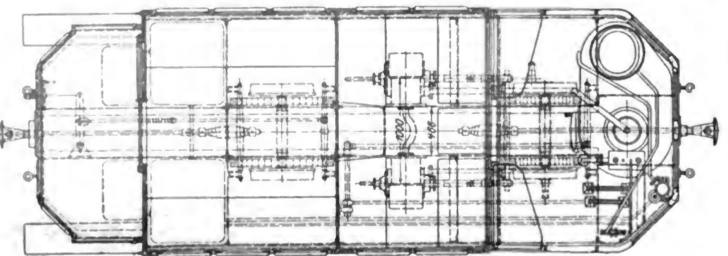


Fig. 12.

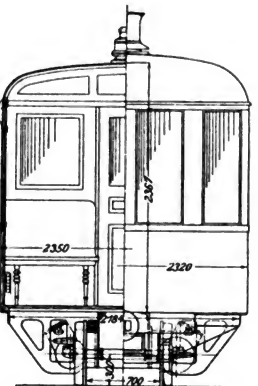


Fig. 13.

Fig. 14.

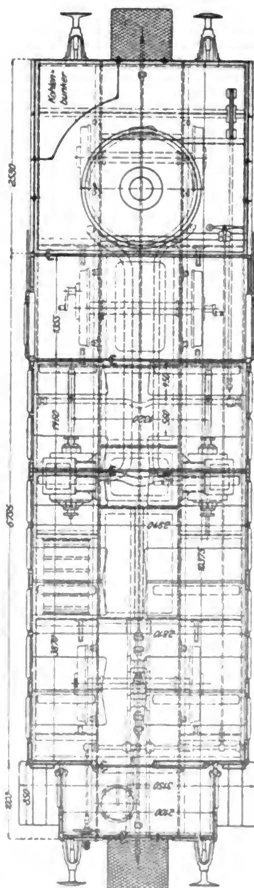


Fig. 15.

3*

Wasserverbrauch	34,00 ltr./km
Kohlenverbrauch ausschließlich Bremse	4,35 kg/km
Kohlenverbrauch einschließlich Bremse	5,16 „
Kohlenverbrauch	0,076 kg/t-km
Dampfverbrauch der Bremse	130,00 kg/st.

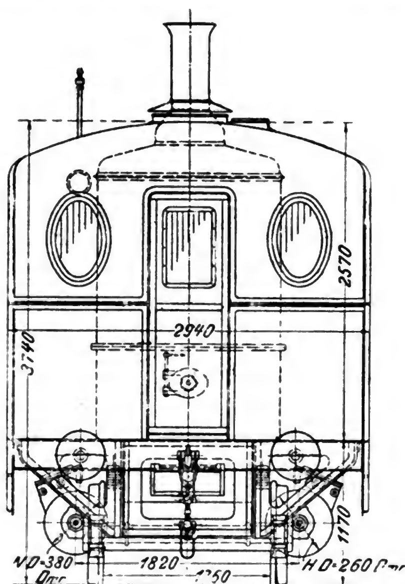


Fig. 16. Schnitt durch den Motorwagen Fig. 14/15 in etwas vergrößertem Maßstabe.

Die Vorteile der eben beschriebenen Bauart von Eisenbahnmotorwagen sind hauptsächlich in ihrer größeren Leistung und ihrem größeren Adhäsionsgewicht zu erblicken, Eigenschaften, die diese Wagen befähigen, auf Strecken mit stärkerem Personenverkehr und größe-

ren Anforderungen an die Wagenleistung Dienst zu tun. Man hat aber insbesondere in England beobachtet, daß sie bei höheren Fahrgeschwindigkeiten, etwa 70 km in der Stunde, sehr heftige Schlingerbewegungen ausführen, deren Takt mit der Umlaufzahl der Treibräder genau übereinstimmt. Man sucht diese Erscheinung, die sich unter Umständen bis zu einem unangenehmen Grade steigert, dadurch zu erklären, daß die hin und her gehenden Massen der Antriebsmaschine niemals ganz genau ausgeglichen werden können. Das gleiche tritt ja auch bei gewöhnlichen Lokomotiven ein. Wegen der größeren Abstände der gekuppelten und festgelagerten Treibachsen sind diese Einflüsse jedoch beim Lokomotivbetrieb kaum zu spüren, während sie bei den leichtbeweglichen zweiachsigen Drehgestellen der Eisenbahnmotorwagen zur vollen Geltung kommen können. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung ist, daß das Schlingern auch auf Strecken mit Gefällen, also wo ohne Dampf gefahren wird, in gleicher Weise beobachtet worden ist.

Man könnte den Einfluß der hin und her gehenden Massen der Antriebsmaschine dadurch mildern, daß man gekröpfte Treibachsen verwendet und die Zylinder gegen die Wagenmitte zu verschiebt, weil dann der Hebelarm, auf den die Massenkräfte einwirken, wesentlich geringer wird. Man hat ferner auch daran gedacht, die freie Beweglichkeit des Drehgestells durch besondere, bremsende Einrichtungen einzuschränken. Alle diese Behelfe können jedoch nur teilweise Erfolg haben.

Gänzlich vermieden werden Schlingerbewegungen, die auf das Wagengestell durch die Massenwirkungen des Motors übertragen werden, nur bei der zweiten Bau-

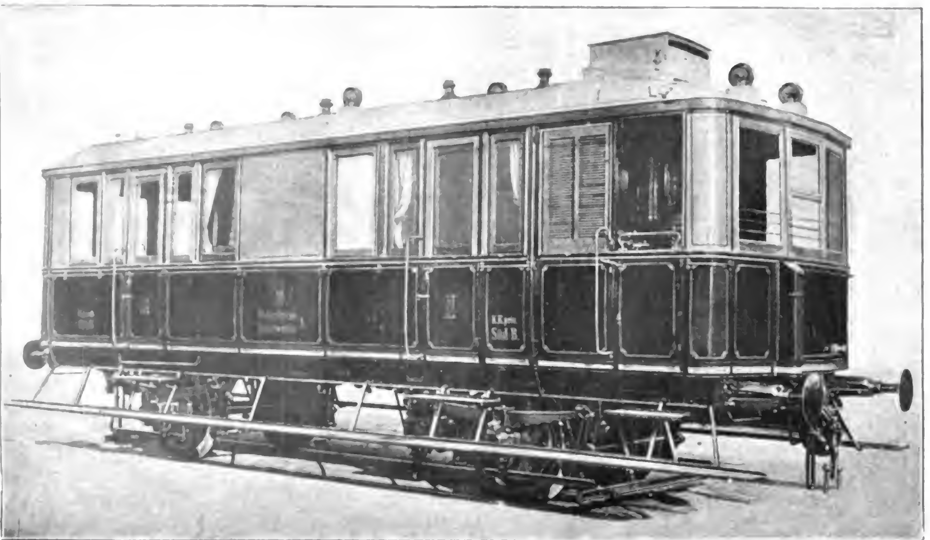


Fig. 17. Eisenbahnmotorwagen von Ganz & Comp. in Budapest (ältere Bauart.

art von Eisenbahnmotorwagen, nämlich denjenigen, die den Personenwagen nachgebildet sind. Diese Wagen sind nämlich mit schnellaufenden Motoren ausgerüstet, deren Welle mit der Treibachse erst durch ein Rädergetriebe gekuppelt ist. Über das Rädergetriebe hinaus kann von einer Einwirkung hin und her gehender Massen keine Rede mehr sein.



Fig. 18. Eisenbahnmotorwagen von Daimler, ältere Bauart.

Anfangs hat man getrachtet, sich möglichst genau an die bei den Eisenbahnen üblichen Bauarten von Personenwagen zu halten, wie zum Beispiel aus den Figuren 17 und 18 erkennbar ist. Mit der Zeit hat sich jedoch auch hier eine bestimmte Wagenbauart herausgebildet, als deren beste Vertreter die Dampfwagen von Ganz & Comp. in Budapest, Fig. 19 bis 21, anzusehen sind. Die Wagen sind mit seitlichem Einstieg, etwa in der Mitte der Länge versehen, und so eingeteilt, daß auf der einen Seite des Einstiegs die II., auf der

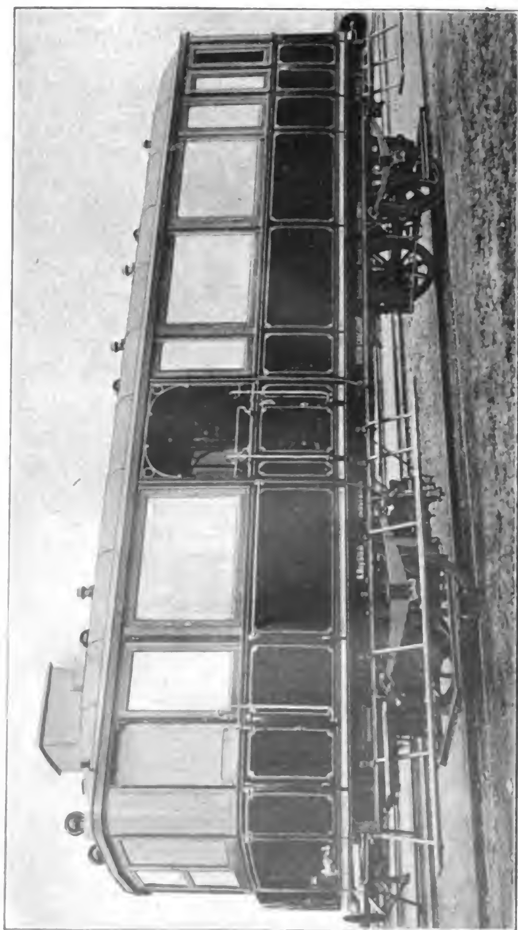


Fig. 19. Eisenbahnmotorwagen von Ganz & Comp. in Budapest, neuere Konstruktion.

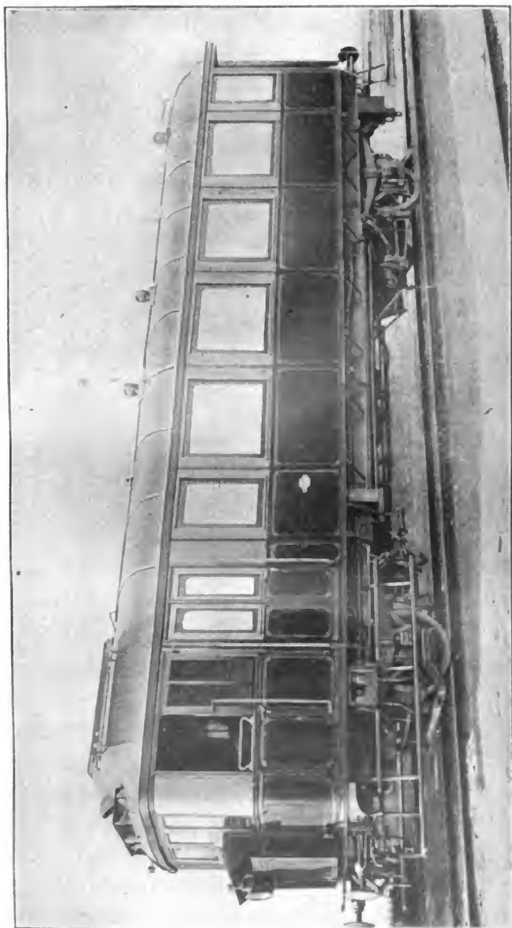


Fig. 20. Eisenbahnmotorwagen von Ganz & Comp. in Budapest, neuere Bauart.

anderen die III. Klasse angeordnet ist. Für die III. Wagenklasse ist an dem einen Wagenende noch ein besonderer Einstieg vorhanden.

Von den hier abgebildeten Ausführungen dürfte der in Fig. 20 dargestellte Probewagen von 100 PS.-Leistung besondere Beachtung verdienen, der bei gewöhnlicher Ausführung 51 Sitzplätze erhält. Dieser Wagen ist mit



Fig. 21. Eisenbahnmotorwagen von Ganz & Comp. in Budapest, neuere Bauart.

zwei Antriebsmaschinen, die je an einer Achse angreifen, versehen. Die Ergebnisse von Probefahrten mit diesem Wagen sind in der nebenstehenden Zahlentabelle angegeben.

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, sind bei den Probefahrten Fahrgeschwindigkeiten bis zu 70 und 80 km in der Stunde erreicht worden. Wenn man berücksichtigt, daß zur Erzielung solcher Geschwindigkeiten die verhältnismäßig geringe Motorleistung von 100 PS. erforderlich war, so kommt man

Ergebnisse von Probefahrten
mit dem Zweimotorenwagen, Bauart Ganz & Co., von 100 PS.

Datum	28. Juli 1904		29. Juli 1904		18. November 1904			
Strecke	Budapest-Hatvan	Hatvan-Budapest	Budapest-Párkány-Nána	Párkány-Nána-Budapest	Paris-Corbeil-Essonne	Corbeil-Essonne-Malesherbe	Malesherbe-Corbeil-Essonne, mit 1 Anhängewagen von 18 t Gewicht	Corbeil-Essonne-Paris
	Steigungen bis 6,7 ‰; wenig flache Stellen		wenige Steigungen bis 3 ‰		flache Bahn mit vielen Krümmungen	bei Hinfahrt: ununterbrochene Steigungen von 2 bis 10 ‰; längste Steigung: 4 km mit 10 ‰		flache Bahn mit vielen Krümmungen
Länge der Strecke . . km	69	69	78	78	32	44	44	32
Fahrzeit . . . . min.	81,5	73,5	63	64	45	57	57	40
Mittlere Fahrgeschwindigkeit . . km/st	51	56	74	73	43,5	26,2	46,2	42,6
Größte Fahrgeschwindigkeit . . km/st	Steigung 4,3 ‰: 70 km/st; Gefälle 6,7 ‰: 100 km/st	Gefälle 6,7 ‰: 85 km/st	ebene Strecke: 85 km/st	ebene Strecke: 86 km/st	—	Steigung 2 ‰: 65 km/st; 10 ‰: 45 km/st	—	—
Wasserverbrauch . . . ltr.	1390	1340	1465	1480	—	968	880	—
Desgl. . . . . ltr./km	20	19,4	18,8	19	—	22	20	—
Kohlenverbrauch (Petroleum-Koks) . . . . kg	164	162	180	194	—	101	97	—
Desgl. . . . . kg/km	2,37	2,34	2,3	2,49	—	2,3	2,2	—
Verdampfungszahl	8,5	8,3	8,14	7,65	—	9,56	9,1	—

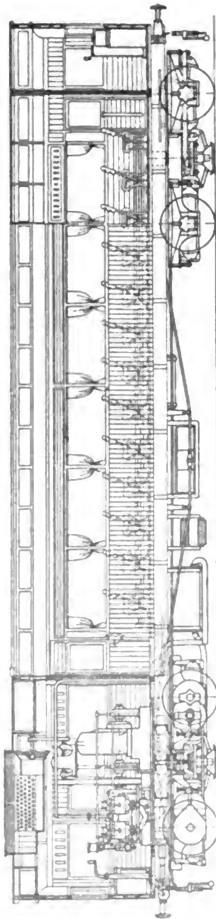


Fig. 22. Benzin-elektrischer Eisenbahnmotorwagen der North Eastern Railway.

unwillkürlich auf den Gedanken, ob denn die Schnellbahnfrage, die ja heute alle Eisenbahntechniker in Atem hält, nicht auch auf Grundlage des Eisenbahnmotorwagens mit einiger Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden könnte.

Als ein englischer Vertreter der gleichen Wagenbauart ist der Wagen der North Eastern Railway, Fig. 22, anzuführen, bei dem gemischter Benzin- und elektrischer Betrieb verwendet wird. Der Wagen, der ursprünglich nur für Versuchszwecke gebaut worden war, scheint sich außerordentlich gut zu bewähren. Erst vor kurzem hat die General Electric Co. in Schenectady, Amerika, den Wagen nachgebaut und mit einem Motor von 140 PS. Leistung ausgerüstet. Auf die motorische Einrichtung des Wagens, der durch sein großes Betriebsgewicht bemerkenswert ist, komme ich später noch zurück.

Da die Eisenbahnmotorwagen vorzugsweise auf kürzeren Nebenlinien verkehren, wo entweder überhaupt keine Drehscheiben vorhanden sind oder wo aus Be-

triebsrücksichten keine Zeit zum Drehen zur Verfügung steht, so hat man als erstes Erfordernis für einen brauchbaren Eisenbahnmotorwagen in betriebstechnischer Hinsicht anzusehen, daß der Wagen von beiden Enden aus betriebsfähig sein muß. Dem wird bei der Mehrzahl der heute verwendeten Wagen dadurch entsprochen, daß an dem einen Wagenende ein größerer Maschinenraum mit Führerstand und an dem anderen ein kleiner Raum nur mit einem Führerstand eingerichtet wird, wobei in jedem Falle Einrichtungen vorgesehen sind, um von beiden Enden aus den Motor anlassen, beschleunigen, anhalten und umsteuern zu können. Selbstverständlich müssen auch die Bremseinrichtungen von beiden Enden aus bedienbar sein.

Während der hier gekennzeichnete Weg von fast allen Erbauern von Eisenbahnmotorwagen beschritten wird, hat die französische Nordbahn zu einer ganz eigenartigen Lösung in diesen Aufgaben gegriffen. Diese Gesellschaft, die auf dem Gebiete der Eisenbahnmotorwagen wegen ihrer bis in die neunziger Jahre zurückreichenden eingehenden Versuche die größte Anerkennung verdient, hat den Eisenbahnmotorwagen aus drei miteinander gelenkig verbundenen Teilen zusammengesetzt, siehe Fig. 23 bis 25. Jeder Teil ist ein zweiachsiger Wagen. Der mittlere ist Treibwagen und gleichzeitig mit einem Gepäckabteil versehen. Der eine der äußeren Teile ist ein Personenwagen I. und II. Klasse, der zweite ein Personenwagen III. Klasse. Diese beiden Wagen können insgesamt 76 Reisende aufnehmen. Trotz der großen Länge ist das Gesamtgewicht des Wagens von 43 t im Vergleich zu dieser Leistung gar nicht bedeutend. Zur Bedienung sind nur zwei Mann

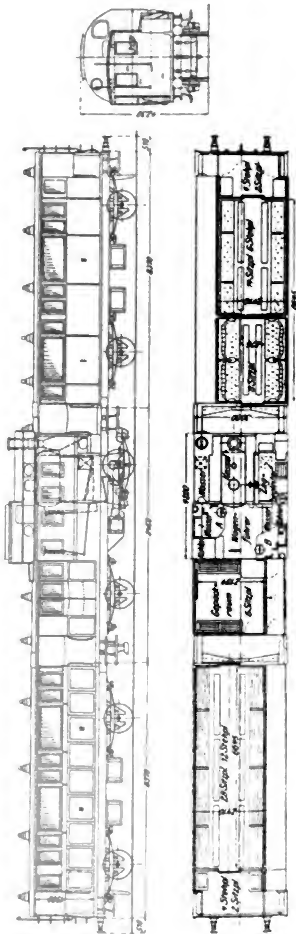


Fig. 23 bis 25. Eisenbahnmotorwagen der französischen Nordbahn.

erforderlich, ein Wagenführer, der den Dampferzeuger mit beaufsichtigen kann, und ein Zugbegleiter, dem die Ausgabe der Fahrscheine obliegt.

Die Lösung der Aufgabe besteht nun darin, daß dem Wagenführer, der je nach der Fahrtrichtung den Standpunkt A oder B einzunehmen hat, der freie Ausblick auf die Strecke an den Wagen entlang ermöglicht wird. Zu diesem Zweck sind die Wagenkasten an den betreffenden Seiten eingezogen, siehe Fig. 25. Es entsteht hierdurch an der Längsseite eines jeden Personenwagens ein niedriger Raum, der zum Aufbewahren von Reisegepäck benutzt wird.

Der beschriebenen Lösung sind gewisse Vorzüge nicht abzusprechen. Die verantwortliche Führung des Wagens bleibt nämlich in jedem Falle dem damit betrauten Beamten überlassen, während bei der üb-

lichen Bauart einmal der Wagenführer und einmal der Zugbegleiter das Amt übernehmen muß. Allerdings wird durch die Konstruktion der französischen Nordbahn kein vollständiger Ausblick auf die Strecke gesichert, doch dürfte dieser Nachteil wegen der geringen Fahrgeschwindigkeit des Wagens nicht allzu schwer ins Gewicht fallen.

V.

Dampferzeuger für Eisenbahnmotorwagen.

Bei den Eisenbahnmotorwagen mit Dampfbetrieb ist als wesentlichster und empfindlichster Bestandteil der Dampfkessel anzusehen, dessen Leistung im allgemeinen kleiner als diejenige eines Lokomotivkessels, dagegen wesentlich größer als diejenige eines Straßenfahrzeuges mit Dampfbetrieb bemessen werden muß.

Zumeist werden die Dampfkessel der Eisenbahnmotorwagen als Wasserrohrkessel, weniger häufig als Feuerrohrkessel konstruiert und mit verhältnismäßig großem Dampfraum versehen, um bei Bergfahrten erheblich mehr Dampf von genügend hoher Spannung liefern zu können, als der mittleren Leistung entsprechen würde. Die Möglichkeit solcher Mehrbeanspruchungen darf bei Eisenbahnmotorwagen niemals außer acht gelassen werden, weil man aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oft geneigt sein wird, hinsichtlich der Bemessung der Kesselheizfläche zu sparen. Nur zu häufig tritt der Fall ein, daß der Wagen im praktischen Betriebe den Anforderungen nicht entspricht und die Schuld daran, wie das häufig geschieht, dem Eisenbahnmotorwagen als solchen und nicht der verfehlten Konstruktion zugeschrieben wird. Man muß bedenken, daß

die Eisenbahnverwaltungen sich in der Regel mit einem einzelnen Motorwagen nicht begnügen, sei es, weil die Verkehrsansprüche wirklich zu hoch sind, sei es, weil die örtlichen Verhältnisse das Mitführen von Güterwagen als unerläßlich vorschreiben. Es könnte nun recht leicht vorkommen, daß bei Erlaß des Ausschreibens für den Bau eines Motorwagens diese Anforderungen überhaupt nicht bekannt gegeben werden, oder daß sich die betreffende ausführende Fabrik über die bekannt gegebenen Anforderungen leichtsinnig hinwegsetzt; die Folgen dieses Vorgehens sind dann in der Regel weit schwerer, als wenn man von vornherein für die Kesseleinrichtung etwas mehr aufgewendet hätte, denn der Schaden fällt nicht allein auf die ausführende Fabrik, sondern in der Regel auf die Allgemeinheit zurück, weil durch solche Mißerfolge die öffentliche Meinung über die Verwendbarkeit der Eisenbahnmotorwagen stark beeinflußt wird.

Aus den oben erörterten Gründen haben sich zum Beispiel die Serpolletdampfkessel, die bekanntlich bei Straßenfahrzeugen recht ansehnliche Erfolge errungen haben, trotz langjähriger Versuche nicht bewährt. Diese Kessel bestehen, wie die Figuren 26 bis 28 zeigen, aus einem System von verhältnismäßig dickwandigen Rohren, die übereinander in einem wärmedicht abgeschlossenen Ofengehäuse angeordnet sind. Die Rohre sind dem darunter befindlichen Kohlenfeuer unmittelbar ausgesetzt und werden durch eine besondere Speisepumpe nur so stark gespeist, daß das in den Kessel gelangende Wasser an den oft glühenden Rohren augenblicklich verdampft. Die Verbindungen zwischen den Rohren liegen natürlich außerhalb des Feuers. Figur 29 zeigt

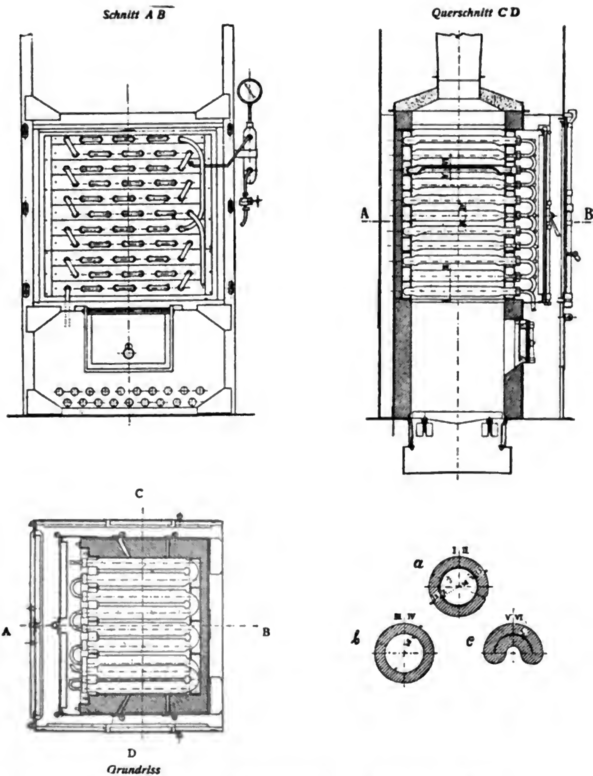


Fig. 26 bis 28. Dampfkessel von Serpollet, Paris.

Querschnitte der Rohre, die je nach der Entfernung vom Feuer verschieden sind.

Der einzige Vorteil dieses Kessels ist, daß er selbst bei sehr hohen Spannungen nicht explodieren kann, sein Nachteil dagegen besteht darin, daß er eine Über-

beanspruchung nicht verträgt. Ein Wagen mit Serpolletkessel zum Beispiel, der auf der Strecke Laun-Libochowitz (Böhmen) verkehrt und der mit einer Dampfmaschine von 40 PS. Leistung verbunden ist, hat, wie in dem Bericht von Ziffer auf dem XVII. internationalen Kleinbahnkongreß „Über Automobilismus im Verkehr bei Eisenbahnen" gesagt wird, erhebliche Schwierigkeiten im Betriebe gezeigt. Man hat bei diesem Wagen beobachtet, daß es selbst bei mäßigem Feuern schwer ist, während der Aufenthalte oder bei Bergabfahren das Erhitzen der Kesselrohre bis zu einem gefährlichen Grade zu verhindern. Andererseits, wird erwähnt, sei die Kohlenfeuerung ungenügend, so daß man gezwungen sei, vor Beginn einer Steigung eine gewisse Wärmemenge in den feuerfesten Verkleidungen des Kessels aufzuspeichern, die dann während des Berganfahrens zum Verdampfen dient. Aber auch dann hat sich gezeigt, daß, selbst wenn die Dampfüberhitzung niemals über 300° C steigt und die Speisepumpe ununterbrochen betrieben wird, ein Teil der Rohre glühend wird.

Eisenbahnmotorwagen mit Serpolletdampfkesseln sind seit einer Reihe von Jahren auch bei den badischen Staatseisenbahnen von Mai 1902 bis Ende 1904 in Betrieb. Die Beobachtungen an einem solchen Wagen haben aber, wie in Nr. 41 des Jahrganges 1905 der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen berichtet wird, auch hier nichts Günstiges zutage gefördert. Der Versuchswagen, der für 40 Personen bemessen war, sollte fahrplanmäßig mit 25 km in der Stunde mittlerer Geschwindigkeit und 45 km in der Stunde Höchstgeschwindigkeit betrieben werden und kostete neu 31 260 Mk. Die Versuche wurden zuerst auf der Strecke

Karlsruhe-Graben-Neudorf, später auf den Strecken Radolfzell-Stockach und Radolfzell-Überlingen vorgenommen, wobei Steigungen bis 1 : 100 zu überwinden waren. Die Betriebsergebnisse sind nachstehend zusammengestellt.

Jahr	geleistet			außer Betrieb	Unterhaltungskosten		
	im ganzen km	an einem Betriebstage km	auf einem Kalendertag km	Tage	im ganzen M	für je 100 km M	in Hundertteilen des Anschaffungspreises %
1902 (8 Monate)	4 824	27,7	19,7	71	1790,84	37,30	5,73
1903	23 480	97,4	64,3	124	4521,51	19,27	14,47
1904	31 616	129,1	86,7	120	3536,52	11,17	11,32
zusammen	59 920	—	—	315	9848,87	—	31,52

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß häufige Betriebsstörungen, hohe Unterhaltungskosten und geringe Leistungsfähigkeit die hauptsächlichsten Mängel dieses Motorwagens sind. Den meisten Anlaß zu Betriebsstörungen gab die Überbeanspruchung der Maschinenteile bei dem Betrieb mit hoch überhitztem und stark gespanntem Dampf.

Die ungünstigen Erfahrungen der badischen Staatsbahnen decken sich mit denen der schweizerischen Bundesbahnen, wo ein Serpolletwagen so häufigen Betriebsstörungen unterworfen war, daß man einen Umbau seines Dampferzeugers ins Auge fassen mußte.

Von den Serpolletkesseln abgesehen, läßt sich eine schärfere Grenze zwischen den heute bei Eisenbahnmotorwagen mit Dampfbetrieb verwendeten Kessel-

typen nicht mehr ziehen. Die Kessel unterscheiden sich vielmehr im wesentlichen nur durch ihre Leistung, wobei die größeren Kessel vornehmlich bei den lokomotivenähnlichen, die kleineren bei den den Personenwagen nachgebildeten Motorwagen zur Anwendung kommen.

Feuerrohrkessel von verhältnismäßig großer Heizfläche werden von einer Reihe englischer Firmen verwendet. Figur 30 und 31 zeigen zum Beispiel die Konstruktion des Kessels, der zu dem schon früher*) erwähnten Dampfwagen der Midland Railway gehört. Der Kessel hat 46 qm Heizfläche und 1,05 qm Rostfläche und arbeitet mit 11,2 Atm. Überdruck. Er ist in der Drehachse des einen Drehgestelles angeordnet, auf dessen Rahmenschilde er sich mit kräftig ausgebildeten Füßen stützt. Der leichteren Zugänglichkeit wegen ist der Kessel bis etwa zur Höhe der Feuertür in den Boden der Wagenführerplattform eingelassen. Im Innern des Mantels befinden sich eine Feuerbüchse, eine Rauchkammer und ein zwischen beiden angeordnetes Rohrbündel, das von den Feuergasen durchströmt und vom Kesselwasser umspült wird. Die Feuergase entweichen unmittelbar aus der Rauchkammer in den Schornstein. Der Dampfstutzen für den Maschinendampf endigt im oberen Teil des Kessels, um möglichst trockenen Dampf zu erhalten. In diesem Dampfstutzen ist das Anlaßventil eingebaut, das entweder durch die Kurbel oder durch einen über die dargestellte Schnurrolle geführten Seilzug auch vom anderen Ende des Wagens betätigt werden kann. Die Dampfleitungen sind, um möglichst freie Ausdehnbarkeit zu sichern, aus Kupferkrümmern

[1]) Seite 27.

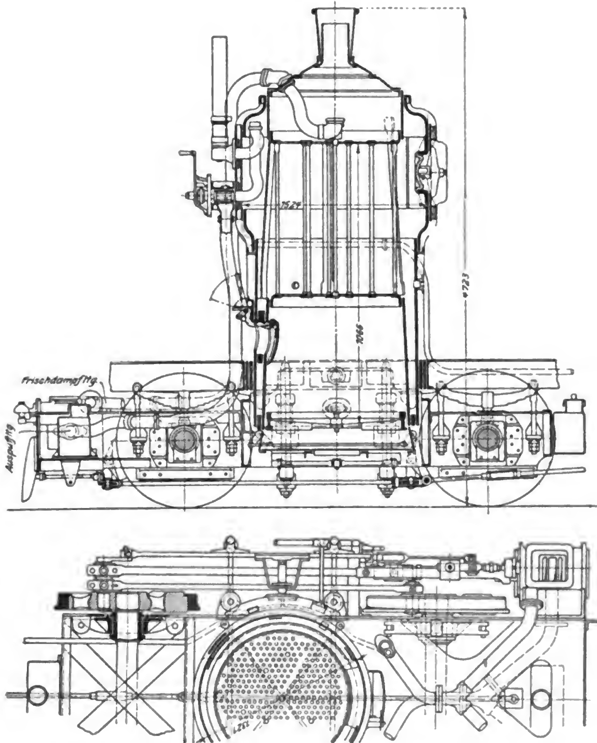


Fig. 30 und 31. Dampfkessel der Midland Railway Company.

zusammengesetzt und die Auspuffleitung, die parallel zur Frischdampfleitung verlegt ist, mündet in die obere Rauchkammer, wo der Dampf durch die Feuergase überhitzt wird, so daß er beim Entweichen aus dem Schornstein weniger sichtbar ist. Nach den mir vorliegenden Angaben verbraucht der Dampfkessel bei 48 km Fahr-

geschwindigkeit etwa 270 kg Kohle stündlich und erzielt dabei fünffache Verdampfung. Für die Verhältnisse, die meiner Betrachtung über die Wirtschaftlichkeit von Eisenbahnmotorwagen in einem der vorstehenden Ab-

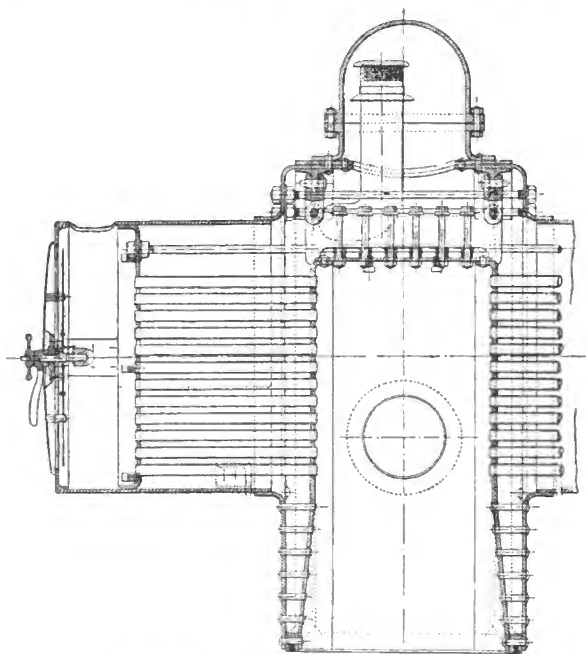


Fig. 32. Dampfkessel der Taff Vale Railway.

schnitte*) zugrunde gelegt sind, erscheint dieser Brennstoffverbrauch reichlich hoch. Er erklärt sich aber aus dem großen Wagengewicht und aus der Fahrgeschwindigkeit, die für unsere Verhältnisse bei Nebenbahnen kaum

*) Seite 14 u. f.

in Betracht kommt. Eisenbahnmotorwagen, die auf unseren Nebenbahnen wirtschaftliche Ergebnisse liefern sollen, brauchen 18—20 t Gesamtgewicht und 25—30 km Fahrgeschwindigkeit nicht zu übersteigen.

Ein ähnlicher Dampfkessel, bei dem jedoch das Feuerrohrbündel wagerecht angeordnet ist, wird durch Figur 32 dargestellt. Der zugehörige Eisenbahnmotorwagen, der auf der Taff Vale Railway in England in Betrieb ist, ist mit einer Maschine von 100 PS. Leistung ausgerüstet und wiegt im Betriebe 33 t. Der Kessel hat etwa 30,5 qm Heizfläche und 0,7 qm Rostfläche und arbeitet mit 11,2 Atm. Überdruck. Er ist auf dem einen Wagenende etwa in der Nähe der Vorderachse so angeordnet, daß das Engrohrbündel quer zur Längsachse des Wagens steht. Die in der Feuerbüchse entstehenden Gase treten nach beiden Seiten durch die Engrohre heraus, werden am Ende in Rauchkammern gesammelt und entweichen durch einen beide Öffnungen der Rauchkammern umschließenden Mantel nach dem Schornstein.

Eine weitere, ebenfalls ganz eigenartige Kesselkonstruktion ist in Figur 33 dargestellt. Der Kessel ist von Cochran and Co. in Annan, N. B. für den bereits*) erwähnten Wagen der Great North of Scotland Railway ausgeführt. Die Zeichnung stellt den Kessel abgehoben vom Wagengestell dar. Als besonderes Kennzeichen dieser Bauart ist der kugelige Dom anzusehen, der eine große Dampfmenge für Bergfahrten aufzuspeichern ermöglicht. Im Innern des Kessels befinden sich zwei von der Seite zugängliche Rauchkammern, wovon die eine, mit einer Scheidewand versehene, mit der Feuerung

*) Seite 27.

und mit dem Rauchabzug in Verbindung steht, derart, daß die Rauchgase durch das wagerechte, zwischen den beiden Rauchkammern angeordnete Röhrenbündel hindurchtreten, in der zweiten Kammer umkehren und nach der ersten Kammer zurückströmen müssen. Wie

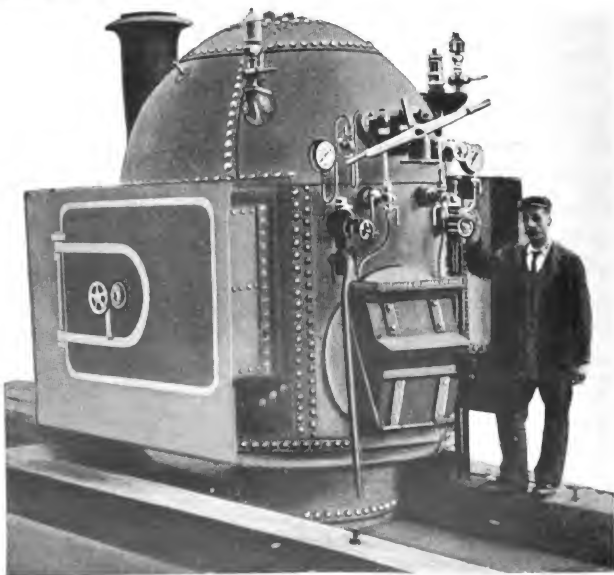


Fig. 33. Dampfkessel von Cochran & Co. in Annan, N. B.

ersichtlich, sind die Rauchkammern von den Seiten her beim Reinigen bequem zugänglich.

Für die in Frankreich verwendeten Eisenbahnmotorwagen kommen vornehmlich zwei Bauarten von Wasserrohrkesseln in Betracht. Die eine, der Dampfkessel von Turgan, der vorzugsweise von der französischen Nord-

bahn verwendet worden ist, ist in Figur 34 und 35 dargestellt. Der zylindrische Oberkessel und Dampfsammler hat 700 mm lichte Weite und 1,6 m Länge und ist an der Unterseite mit einem verstärkten Mantel von 28 mm Dicke versehen, in den die Wasserrohre eingewalzt sind. Diese haben zwei verschiedene Weiten: die in den beiden äußersten Rohrreihen eines Bündels haben 60 mm Außendurchmesser und berühren einander, schließen also gewissermaßen einen Feuerzug ein, in dem die anderen Rohre von 40 mm Außendurchmesser verteilt sind. Die Rauchgase teilen sich an der Feuertürwand in zwei seitliche Ströme, durchstreichen die beiden Rohrbündel und gehen, nachdem sie sich in der Rauchkammer vereinigt haben, zur Esse ab. Jedes Wasserrohr enthält ein gleichachsiges, dünneres Rohr, dessen unteres Ende frei, dessen oberes Ende dagegen in einem in den Dampfsammler eingesetzten Mantel befestigt ist. Das in der Mitte am längsten kaltbleibende Wasser tritt daher in den Wasserrohren dort aus, wo die höchste Temperatur herrscht, wodurch ein sehr lebhafter Gegenstromumlauf erzielt und insbesondere verhütet werden soll, daß sich am Grunde der Wasserrohre Kesselstein in größeren Mengen ablagert. Wie die Abbildungen zeigen, ist der Kessel mit allen Nebeneinrichtungen eines ortfesten Dampfkessels: Dampfdom, Sicherheitsventil, Wasserstandzeiger und Einsteigöffnungen versehen. Der etwas gegen die Esse hin geneigte Planrost ist am Ende mit einem kippbaren Teil ausgestattet, der das Abschlacken und Schüren des Feuers erleichtert.

Neuerdings wird freilich über diesen Kessel weniger Günstigeres berichtet. So soll bei einem Motorwagen

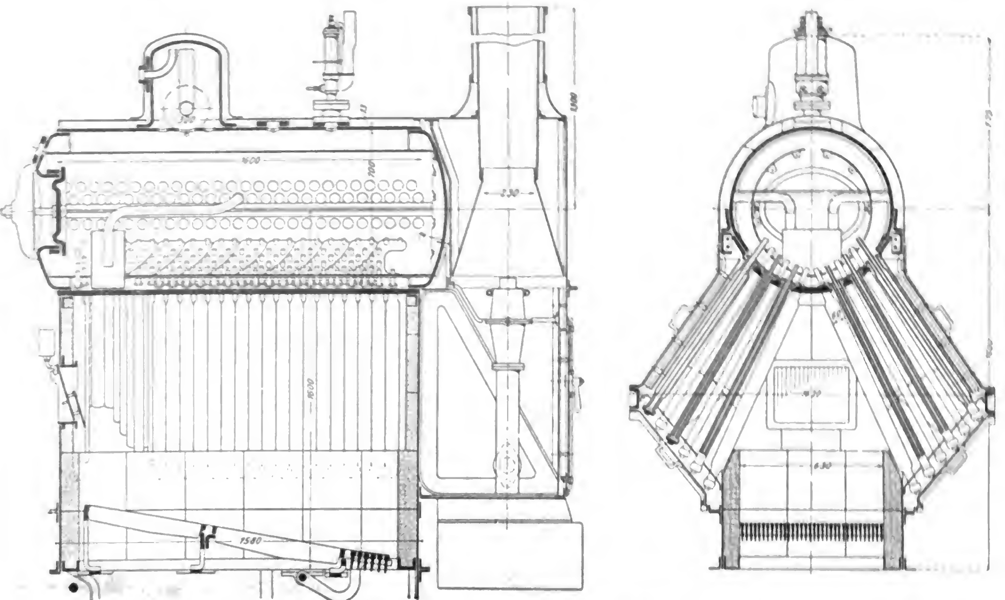


Fig. 34 und 35. Dampfkessel von Turgan.

der französischen Nordbahn der Dampfkessel ausgebaut und durch einen anderen ersetzt worden sein. Man kann wohl annehmen, daß sich im Betrieb die unteren Enden der Wasserrohre mit Kesselstein verlegt haben, wodurch der Umlauf des Wassers darin gestört wurde. Die weitere Folge davon war, daß diese Rohre im Betrieb leicht durchbrannten.

Der in Figur 36 und 37 dargestellte Dampferzeuger von F. Purrey in Bordeaux wird auf einigen Linien der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn in der Nähe von Marseille verwendet und hat sich nach neueren Nachrichten auch auf der italienischen Mittelmeerbahn bewährt. Der Kessel, der außerdem bei den Pariser Dampfstraßenbahnen seit langem in Betrieb ist, besteht aus einem Dampfsammler *a* aus dickem Stahlblech und einem gegossenen Wasserkasten *b*, die miteinander durch ein doppeltes Bündel von 4,3 langen, 14 mm weiten Stahlrohren von 2 mm Wandstärke verbunden sind. Ein Teil des Rohrbündels dient zum Überhitzen des Dampfes; die entsprechenden Rohre ragen mit Verlängerungen in den Dampfraum hinein, während ihre unteren Enden in einen Teil des Wasserkastens einmünden, der von dem übrigen Raum durch Wände *d* getrennt ist. Der Rost *e* besteht aus kräftigen Stäben, die gegen die Längsachse des Wagens geneigt sind, und wird aus einem seitlich angebauten Bunker *f* selbsttätig beschickt. Dieser braucht nur in größeren Zeitabschnitten aufgefüllt zu werden.

Auch die Speisung arbeitet selbsttätig. Sobald der mit Holz oder Kohlenstücken gefüllte Schwimmer *g* eine bestimmte Wasserhöhe anzeigt, öffnet er mittels eines Gestänges den in die Druckleitung *i* der Speise-

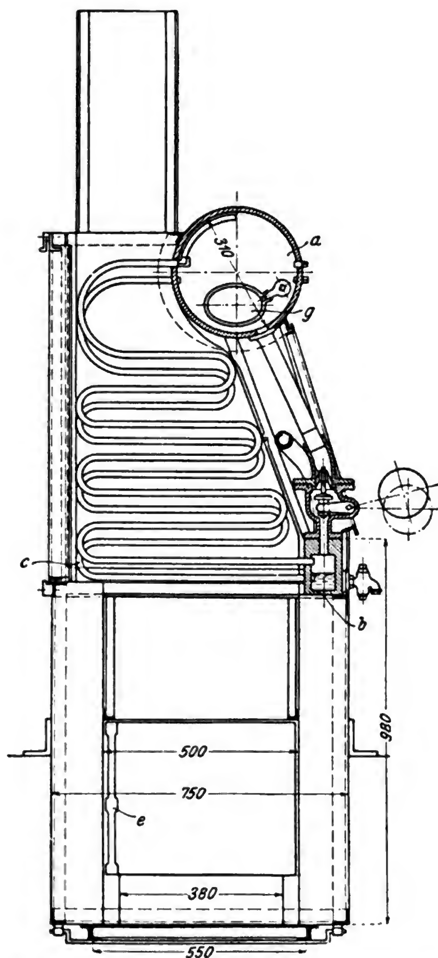


Fig. 36. Dampferzeuger von F. Purrey in Bordeaux.

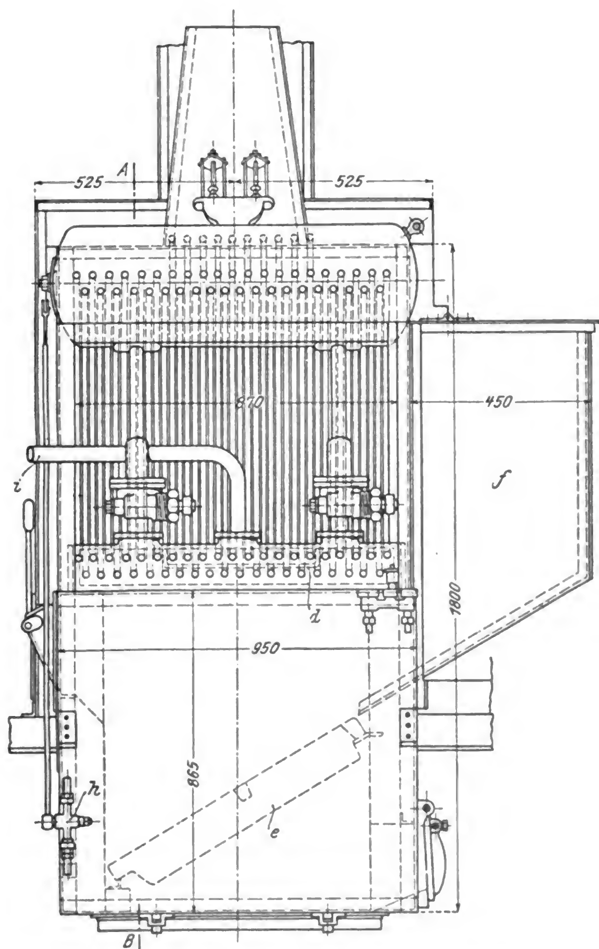


Fig. 37. Dampferzeuger von F. Purrey in Bordeaux.

pumpe eingesetzten Umlaufhahn *h* und bewirkt dadurch, daß das ununterbrochen geförderte Speisewasser in den Behälter zurückfließt. Die Speisepumpe wird von der Treibachse des Wagens durch einen Exzenter bewegt.

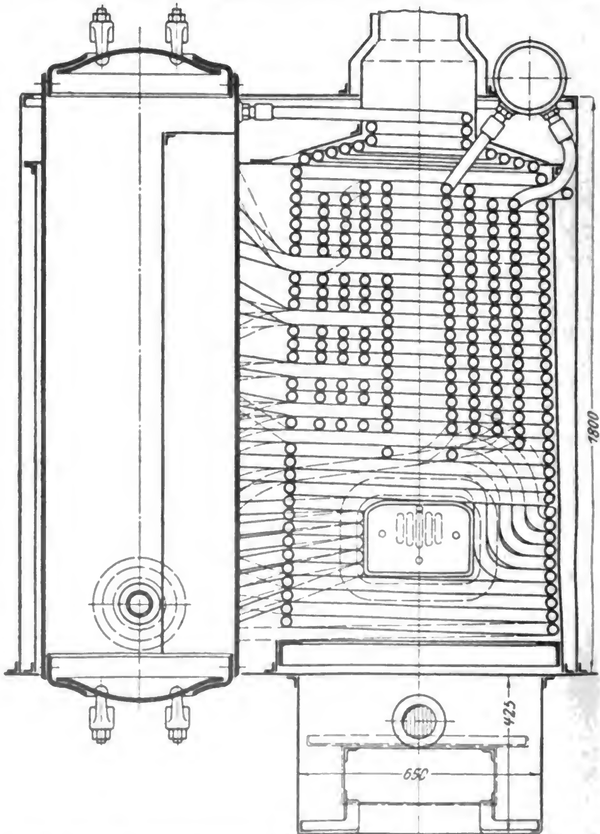


Fig. 38. Heißdampfwasserrohrkessel von F. X. Komarek in Wien.

Durch die erwähnten Einrichtungen wird der Wagenführer sehr entlastet und kann daher der Strecke erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden. Allerdings hängt er dann um so mehr von der Zuverlässigkeit dieser Vorrichtungen ab, an der aber wegen ihrer einfachen Konstruktionen kaum zu zweifeln ist.

Ein eigenartiger Wasserrohrkessel, den sein Erbauer als Heißdampfwasserrohrkessel bezeichnet, wird von der bereits erwähnten Maschinenfabrik F. X. Komarek in Wien hergestellt, siehe Fig. 38 und 39. Bei diesem Kessel, der für 25 Atm. Überdruck bestimmt ist, wird nur ein aus mehreren konzentrischen Rohrschlangen bestehendes Rohrbündel geheizt, während alle Verbindungsstellen außerhalb des durch die äußersten Rohrwindungen begrenzten Feuerraumes liegen. Jede Rohrschlange ist

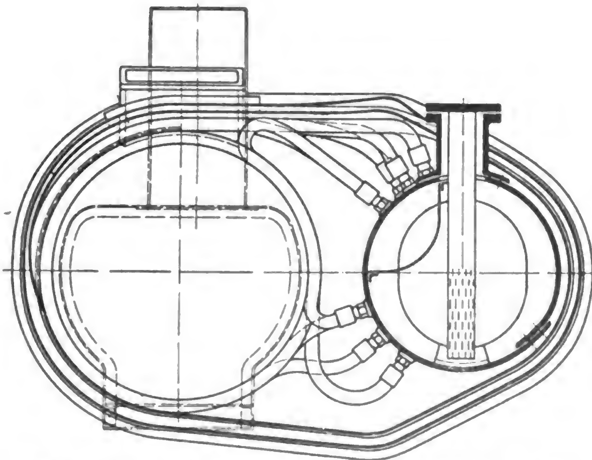
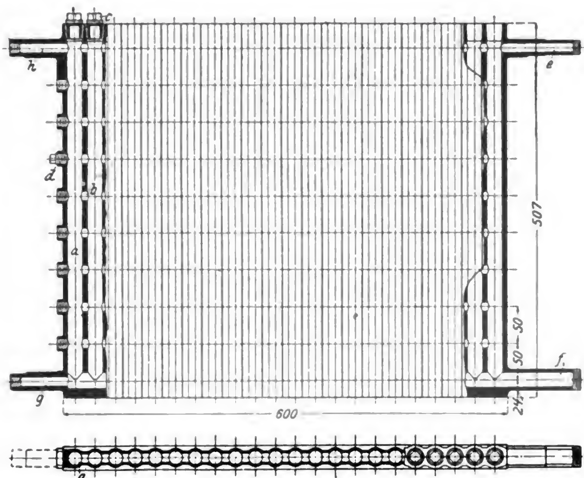


Fig. 39. Heißdampfwasserrohrkessel von F. X. Komarek in Wien.

in der Höhenrichtung des Kessels in mehrere Anschnitte zerlegt, die getrennt voneinander in die beiden Teile eines daneben angeordneten Dampf- und Wassersammlers einmünden. Hierdurch wird eine Art Gegenläufigkeit in der Strömung des Wassers und der Feuergase erzielt. Das Speisewasser tritt am unteren Ende des Sammlers ein, hat also Zeit, hier seine Beimengungen abzugeben, ohne sie an den Rohrschlangen als Kesselstein abzusetzen. Zum Überhitzen dienen besondere, im oberen Teil des Kessels gelagerte Rohrschlangen, die den Dampf vom Sammler nach einem kleinen Behälter für überhitzten Dampf überleiten. Die beschriebene Anordnung der Wasserrohre hat den Vorteil, daß der Dampferzeuger auch dann noch — allerdings mit geringerer Leistung — betriebsfähig bleibt, wenn ein Teil der Rohre undicht geworden ist und abgeschaltet werden muß. Daneben ist die Konstruktion im Verhältnis zur Dampfleistung auch billig, weil die Rohre nicht viel Arbeit erfordern und ihre Anzahl ohne viel Mehrkosten vergrößert werden kann.

Die Leistungsfähigkeit der Komarekdampfwagen wird am besten durch die Ergebnisse der Probefahrten eines 160pferdigen Wagens auf der 69 km langen Strecke Budapest-Hatvan der ungarischen Staatsbahnen veranschaulicht. Der für 40 km in der Stunde mittlere Fahrgeschwindigkeit gebaute Wagen, der im Betrieb 25 t wiegt, hat auf der Hinfahrt zwei Anhängewagen von 31,6 t und auf der Rückfahrt drei Wagen von 43,7 t Gesamtgewicht ziehen können. Mit einem Zuggewicht von rund 70 t ist auf einer 16 km langen Steigung von $7^0/_{00}$ eine Geschwindigkeit von 40—45 km in der Stunde erzielt worden.



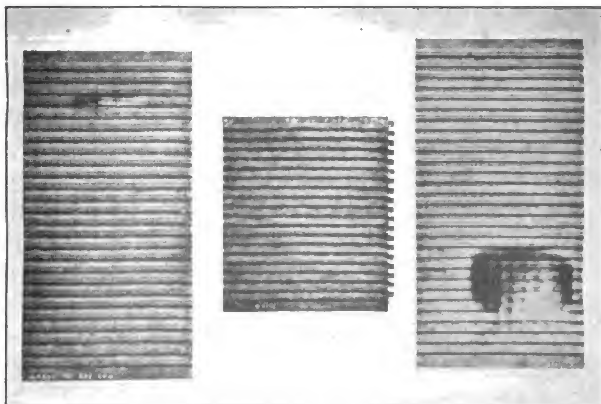


Fig. 40 bis 42. Rohrplatte des Stoltz-Kessels.

Ein eigenartiger Dampferzeuger, der gewisse Vorteile der Serpolletkessel aufweist, ohne die Nachteile des fehlenden Wasservorrates zu besitzen, wird nach der Erfindung von P. Stoltz, Berlin, von der Ungarischen Waggon- und Maschinenfabrik in Raab und neuerdings auch von der Friedr. Krupp Germaniawerft in Kiel, von der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. vorm. Georg Egestorff in Linden vor Hannover und von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur ausgeführt. Der Kessel besteht aus einer Anzahl gewalzter Stahlplatten, Fig. 40 bis 42, von doppeltwellenförmigem Querschnitt, deren Verdickungen der Länge nach durchbohrt sind. Diese Löcher *a* sind bei jeder Platte durch engere Querbohrungen *b* untereinander verbunden und bilden, wenn die Bohrungen durch Einschrauben von Pfropfen *c*, *d* verschlossen werden, einen einzigen Raum, der bei *e* an den Dampfsammler und bei *f* an die Speisewasserleitung angeschlossen wird. Die Stutzen *g* und *h* auf der anderen Seite dienen zur Aushülfe.

Figur 43 bis 45 zeigen die Anordnung des gesamten Kessels für einen Eisenbahnmotorwagen von 40 PS Motorleistung, der im Betrieb nur 13 t wiegt. Dieser Kessel enthält im ganzen 14 solche „Rohrplatten“; er hat einschließlich eines in den Rauchabzug eingebauten Schlangenvorwärmers und des Überhitzers 13,5 qm Heizfläche und ist in einem wärmedicht ausgekleideten Blechgehäuse eingebaut. Die Rohrplatten, die zusammen 30 l Wasser fassen, sind unmittelbar dem Feuer ausgesetzt, alle Rohrverschraubungen dagegen liegen außerhalb des Feuers, können also auch im Betrieb nachgedichtet werden. Der in den Rohrplatten erzeugte Dampf sammelt sich zunächst im Behälter *k*, an den

die beiden äußeren Gruppen von je vier Überhitzerschlangen *l* angeschlossen sind. Diese münden in den Behälter *m*, aus dem der bereits überhitzte Dampf, durch die mittleren Rohrschlangen weiter überhitzt, nach dem mit dem Dampfventil *p* versehenen Sammler *o* gelangt. Die Überhitzer sind, wie ersichtlich, in den Räumen zwischen den Rohrplatten verteilt, beanspruchen daher so gut wie keinen Raum. Durch die beschriebene zweistufige Überhitzung soll es möglich sein, die Dampftemperatur bis auf 420° C zu erhöhen.

Das wesentlichste Kennzeichen dieser Kesselbauart ist ihre Widerstandsfähigkeit gegen inneren Druck. Figur 42 zeigt Proben von Versuchsrohrplatten, von denen die links dargestellte bei 777 Atm. Prüfdruck aufgerissen ist, die mittlere, deren Rohrteilung sichtbar enger ist, einen Druck von 800 Atm. ohne Veränderung ausgehalten hat, während sich die rechts abgebildete Platte infolge Reißens mehrerer Stege bei 500 Atm. eigentümlich aufgebläht hat; es kann daher kaum überraschen, daß der Betriebsdruck auf 50 Atm. festgesetzt ist. Allerdings soll es bei den ersten Versuchsfahrten noch nicht möglich gewesen sein, so hohen Dampfdruck dauernd aufrecht zu erhalten, weil anscheinend der Dampfraum im Verhältnis zu der geforderten Leistung immer zu klein bemessen worden war. Dennoch kommen die Vorteile dieser Kesselbauart schon bei den tatsächlich erreichten Drücken von 30 und 40 at voll zur Geltung. Auch das geringe Gewicht des Dampferzeugers, der mittels eines Planrostes von 0,4 qm Fläche mit jedem beliebigen Brennstoff beschickt werden kann, ist ein günstiges Merkmal. Durch den hohen Dampfdruck wird eine, wenn auch nicht sehr große Verminderung

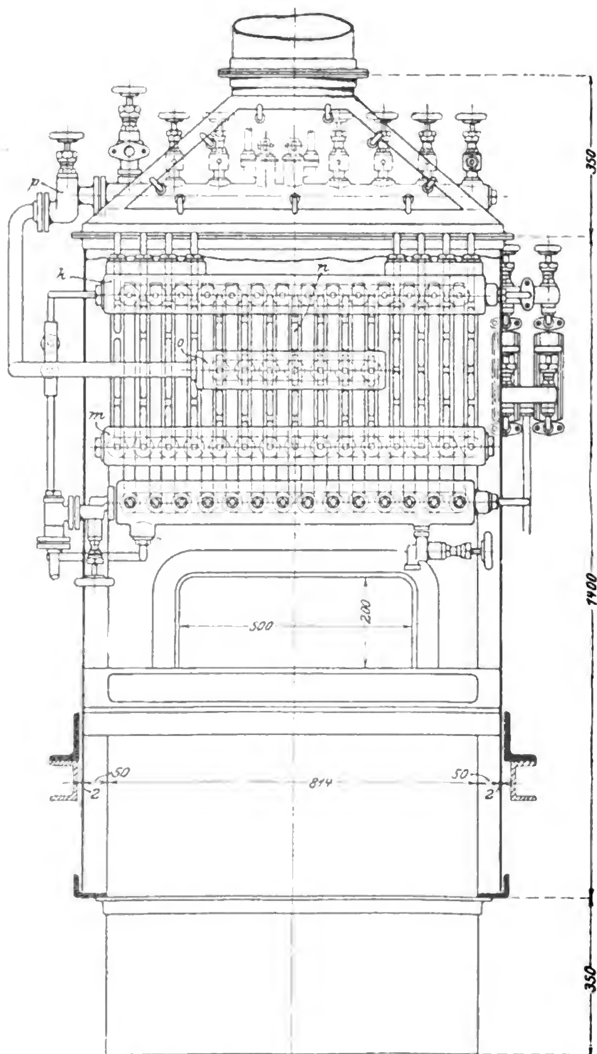


Fig. 43. Dampferzeuger von P. Stoltz in Berlin.

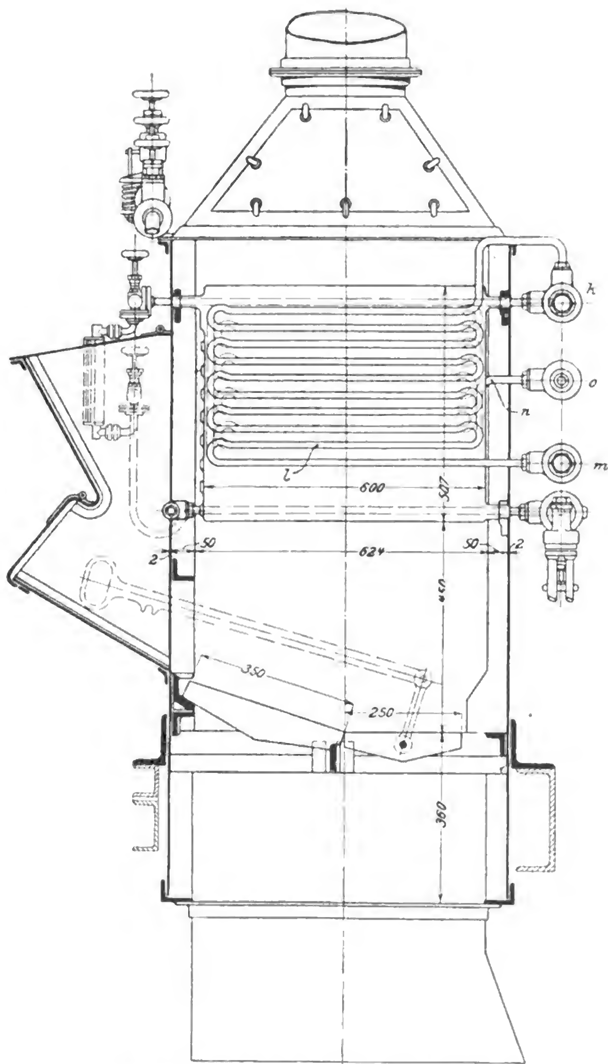


Fig. 44. Dampferzeuger von P. Stoltz in Berlin.

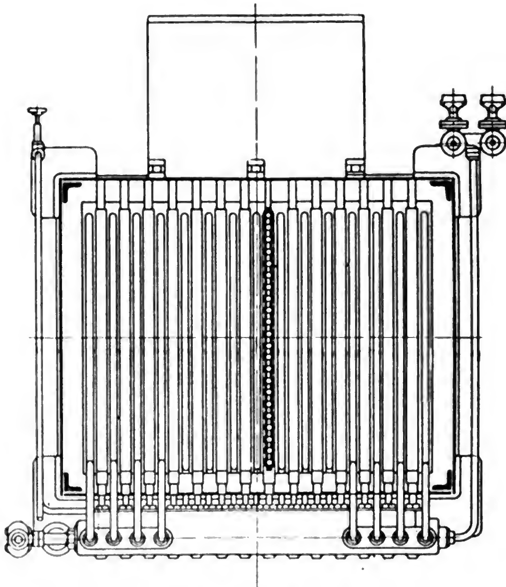


Fig. 45. Dampferzeuger von P. Stoltz in Berlin.

der Motorabmessungen, also des toten Gewichtes, erzielt, während die hohe Überhitzung Verluste infolge von Dampfnässe oder Wasserschläge in den Motoren unmöglich macht. Ganz zuverlässige Ergebnisse über den Brennstoffverbrauch dieser Dampfwagen liegen mir bis jetzt noch nicht vor, da die Versuche anscheinend noch nicht abgeschlossen sind; es ist jedoch anzunehmen, daß der Verbrauch 1,4 bis 1,6 kg/km bei Fahrten in der Ebene nicht übersteigen wird. Wichtig ist endlich die Erwähnung, daß sich der Kessel schnell — beim 40 PS-Wagen in 23 Min. — auf den Betriebsdruck bringen

läßt, und daß man seine Dampfleistung durch Anfügen weiterer Rohrplatten beliebig steigern kann.

Zum Schluß ist noch der Dampfkessel zu erwähnen, der von der Waggonfabrik Ganz & Comp. in Budapest für ihre Eisenbahnmotorwagen verwendet wird, siehe Fig. 46 und 47. Dieser Dampfkessel ist aus einer Konstruktion der bekannten Pariser Firma De Dion & Bouton in Puteaux (Seine) für schwere Motorlastwagen hervorgegangen. Er ist als stehender Wasserrohrkessel zu bezeichnen und ist etwa 0,5 m unter der Führerplattform unabhängig von dem treibenden Drehgestell zwischen den Hauptträgern des Wagenkastens gelagert. Der Kessel hat etwa 800 mm äußeren Durchmesser und 1,5 m Höhe und enthält zwei ringförmige konzentrische Wasserräume *a* und *b*, die von vier zylindrischen Blechmänteln gebildet werden und durch eine große Anzahl nach außen geneigter kurzer Wasserrohre *c* verbunden sind. Die Wasserkammern werden oben und unten von stählernen, gegeneinander durch Ankerschrauben verspannten Ringen *f* begrenzt, in deren Nuten die Kanten der Blechzylinder durch Kupfereinlagen abgedichtet sind. Die Kohle wird durch den mittleren Schacht *d* von oben her aufgebracht und verbrennt auf einem dreiteiligen, durch Kippen entleerbaren Rost *e*, wobei die Rauchgase durch den Ringraum zwischen den Wasserrohren vorbei nach dem Schornstein abziehen.

Die Bauart des Kessels macht es unmöglich, das Feuer während des Betriebes zu schüren. Daher sind nur nicht backende und nicht schlackende Brennstoffe dafür geeignet, die nicht in allen Fällen zu beschaffen sind. In Ungarn, wo die Wagen von Ganz & Comp. so ausgezeichnete Erfolge aufzuweisen hatten, war in

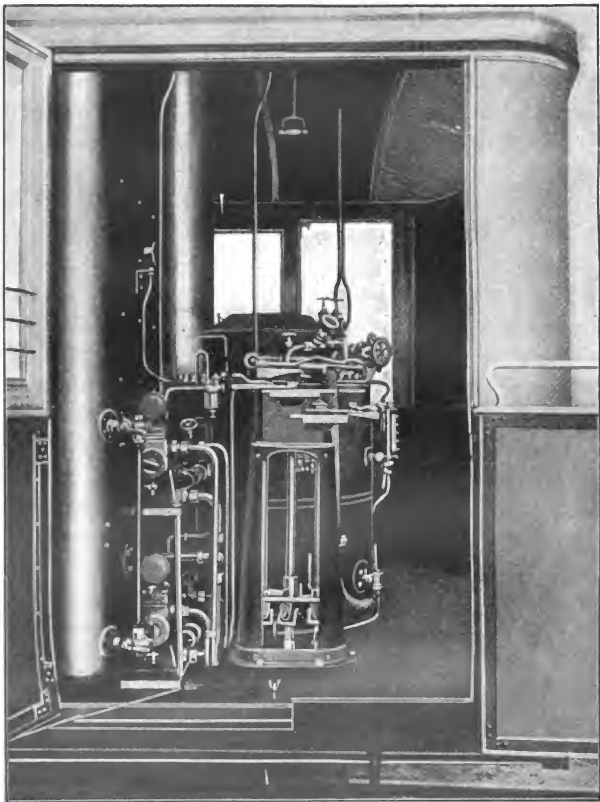


Fig. 46. Dampferzeuger von Ganz in Budapest.

den meisten Fällen Holzkohle zu billigem Preise vorhanden. Außerdem hat die Firma selbst mit einigen Arten von Steinkohle und Braunkohle sowie mit Petroleumkoks günstige Erfahrungen gesammelt. Während in

solchen Fällen achtfache, angeblich sogar bis zehnfache Verdampfung keine Seltenheit ist, sinkt diese Ziffer selbst bei Anwendung von Dampfbläsern bis auf vier bis fünf, wenn die Rostspalten verstopft sind oder die verbrannte Kohle nicht schnell genug durchfällt.

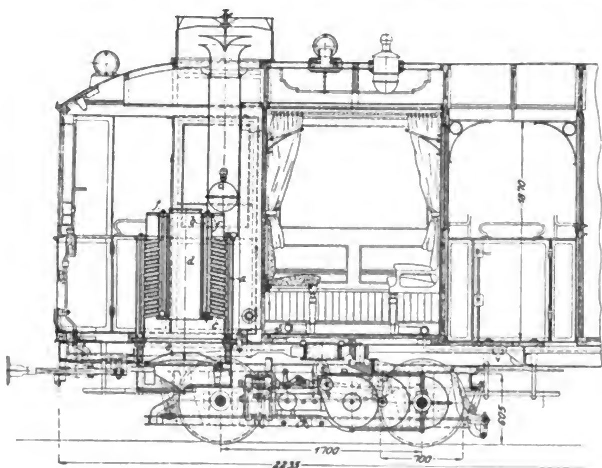


Fig. 47. Dampferzeuger von Ganz in Budapest.

Der Dampferzeuger von Ganz & Comp. ist ferner durch seine Konstruktion auf eine gewisse Größe, etwa die dargestellte, beschränkt, in der er ausreicht, um einen 50pferdigen Motorwagen mit mittleren Fahrgeschwindigkeiten von 30 bis 35 km in der Stunde zu betreiben. Für größere Dampfleistungen ist die Konstruktion dagegen nicht so geeignet, anscheinend, weil die Abdichtung der Blechkanten an den oberen und unteren Einschlußstellen Schwierigkeiten bietet und die

Einwalzstellen der zahlreichen Wasserrohre unter den wechselnden Beanspruchungen leiden. Bezeichnend dafür ist, daß zum Beispiel der erste 100 pferdige Versuchswagen, siehe Fig. 20, S. 41, mit zwei getrennten Dampferzeugern von gleicher Größe ausgerüstet worden ist, wodurch der Führerstand sehr beengt wird*). Zieht man jedoch in Betracht, daß das eigentliche Verwendungsgebiet der Eisenbahnmotorwagen heute noch die Nebenbahnen sind, wo für Wagenleistungen von mehr als 50 PS und Geschwindigkeiten über 30 bis 35 km in der Stunde kein Bedarf vorliegt, so wird man die zuletzt erwähnte Eigenschaft des Ganzschen Dampferzeugers nicht als Nachteil ansehen dürfen. Tatsächlich haben die Wagen auf den meisten Versuchsstrecken äußerst befriedigende Ergebnisse geliefert.

VI.
Speisevorrichtungen.

Im Anschluß an die Dampfkessel mögen noch einige allgemeine Bemerkungen über die Speisevorrichtungen hier Raum finden. Die Anforderungen, die an eine Speisepumpe für Eisenbahnmotorwagen gestellt werden, sind nicht gering, hauptsächlich wegen der ungleichmäßigen Inanspruchnahme. Die Pumpen müssen nämlich ihre Förderleistung, die 800 bis 1500 ltr. in der Stunde

*) Neuere Angaben widersprechen dem allerdings. So sind bei den Niederungarischen Landesbahnen (Spurweite 0,76 m) Dampfwagen seit 14 Monaten fortwährend im Betrieb, ohne daß der Dampferzeuger gereinigt worden wäre. Rohrdichtungen sollen äußerst selten nötig sein, nur dann, wenn der Erzeuger wegen schlechten Wassers verschlammt ist, oder wenn der Kessel ohne Wasser betrieben wird. Ganz & Comp. haben neuerdings auch einen Dampferzeuger für 100 PS. konstruiert, der auch bei größter Inanspruchnahme genügend Dampf erzeugen soll.

beträgt, bei Dampfdrücken, die zwischen 16 und 24 Atm. schwanken, noch einhalten. Daher hat die Anwendung von direkt wirkenden Dampfpumpen anfangs gewisse Schwierigkeiten bereitet, die jedoch heute durch geeignete Konstruktionen der Worthingtongesellschaft und von Otto Schwade & Co. in Erfurt als überwunden angesehen werden können. Im wesentlichen kommt es darauf an, die Pumpe hinsichtlich ihrer Leistung reichlich zu bemessen und die Ventilanordnung so zu wählen, daß etwaige Undichtheiten oder Betriebsstörungen während des Wagenganges behoben werden können.

Außer den Dampfpumpen werden aber auch noch, zum Beispiel von F. X. Komarek und von F. Purrey in Bordeaux, Speisevorrichtungen angewendet, die durch das Wagengetriebe betätigt werden. Diese Einrichtungen haben natürlich den Nachteil, daß beim Aufspeisen des Kessels während des Wagenstillstandes eine Handpumpe verwendet werden muß. Andererseits sind sie aber sparsamer in bezug auf Dampfverbrauch und können während des Betriebes ebenso wie die Dampfpumpen stets so eingestellt werden, daß immer nur die augenblicklich erforderliche Wassermenge gefördert wird, daß also die Speisung niemals unterbrochen zu werden braucht.

VII.

Dampfmotoren für Eisenbahnmotorwagen.

Die Dampfmaschinen, die zum Betrieb von Eisenbahnmotorwagen mit Dampfbetrieb verwendet werden, gestatten, genau zwischen lokomotivenähnlichen und solchen Motorwagen, die den Personenwagen nachgebildet

sind, zu unterscheiden. Maschinen für die erste Wagengruppe sind, wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, langsam laufende, dem Lokomotivbau entnommene Maschinen. Figur 48 und 49 zeigen als Beispiel der üblichen Anordnung einen Verbundmotor, wie er zum Betrieb der

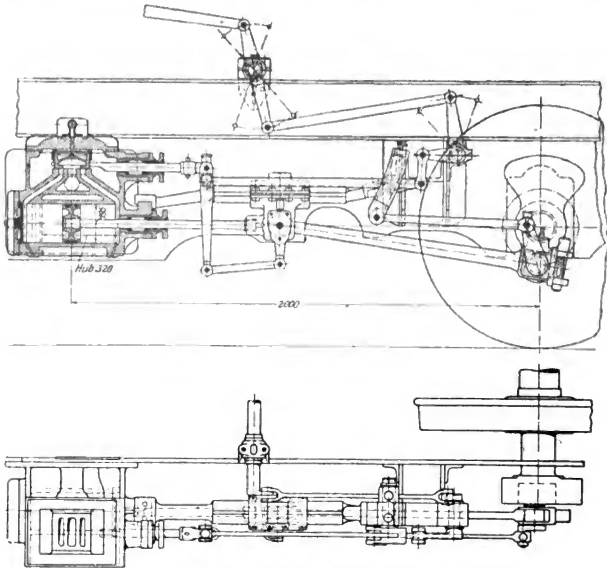


Fig. 48 und 49. Dampfmotor der französischen Nordbahn.

Eisenbahnmotorwagen der französischen Nordbahn, siehe z. B. Figur 23 bis 25*), verwendet wird. Ein Blick auf die Zeichnung lehrt uns, daß die Konstruktion der Maschine und des Gestänges sowie die Anordnung aller Teile ziemlich getreu der Lokomotive entnommen sind.

*) S. 46.

Die Steuerung erfolgt nach dem bekannten Prinzip von Heusinger-Waldegg durch einen vom Kreuzkopf angetriebenen Schwinghebel, dessen Drehpunkt eine Kulisse hin und her bewegt. Hebt oder senkt man die Kulisse, so wird die Drehrichtung der Maschine in dem einen oder anderen Sinn erfolgen.

Für Eisenbahnmotorwagen, die mit Verbundmaschinen ausgerüstet sind, müssen besondere Anfahrvorrichtungen verwendet werden, die im wesentlichen darin bestehen, daß Frischdampf zuerst in beide Zylinder eingelassen wird, um eine größere Anzugskraft zu erzielen. Sobald der Wagen in Bewegung ist, wird das Anfahrventil selbsttätig oder von Hand geschlossen, und die Maschinen laufen als Verbundmaschinen mit Expansion des Dampfes in beiden Zylindern weiter.

Größeres Interesse bieten jedoch die verschiedenen Bauarten von schnellaufenden Dampfmaschinen, die zum Betrieb der zweiten Gruppe von Eisenbahnmotorwagen, d. h. derjenigen, die den Personenwagen nachgebildet sind, dienen. In Figur 50 und 51 ist zum Beispiel die Zwillingsverbundmaschine dargestellt, die von F. Purrey in Bordeaux verwendet wird. Diese Maschine macht bereits 514 Umdrehungen in der Minute. Die Bewegung wird von der Maschinenwelle durch breite Kettenräder, die an den Enden der Welle aufgekeilt sind, auf die Treibachse übertragen und gleichzeitig im Verhältnis von 360 zu 540 übersetzt. Zur Übertragung dienen 190 mm breite Renoldgelenkketten, die sich durch geräuschlosen Gang auszeichnen. Die Steuerung dieser Maschine ist besonders deshalb von Interesse, weil die beiden Flachschieber, die je zwei hintereinander liegende Zylinder steuern, an gemeinsamer Stange hängen und

durch ein einziges Exzenter bewegt werden. Die Schieberstangen sind mit Rechts- und Linksgewinde versehen, um die Schieber genau einstellen zu können. Durch diese Anordnung sowie durch eine sehr sinnreiche Umsteuerung der Exzenter wird die Maschine sehr vereinfacht, was ihrer Betriebssicherheit zugute kommt. Allerdings

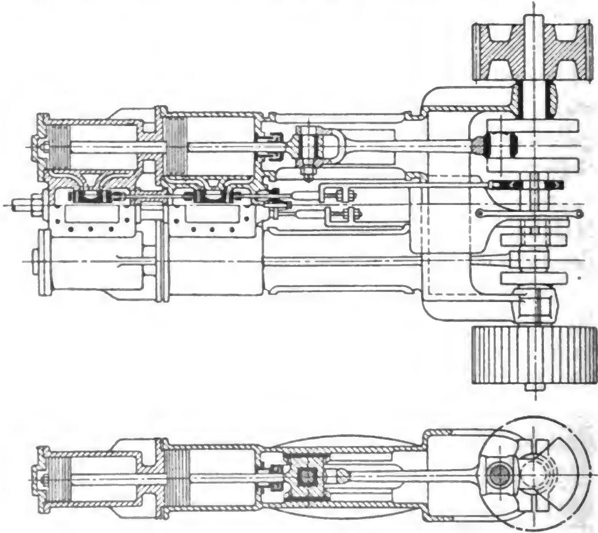


Fig. 50 und 51. Dampfmotor von F. Purrey in Bordeaux.

leidet dabei die Dampfausnutzung, so daß sich die Betriebskosten etwas höher als bei einer guten Dampfmaschine stellen dürften.

Die Waggonfabrik von Ganz & Comp. in Budapest hat bei ihren ersten Ausführungen den Dampfmotor von De Dion & Bouton, der in den Figuren 52 und 53 dargestellt ist, getreu nachgebaut. Die beiden Zylinder *a*

und *b* werden von Flachschiebern gesteuert und sind durch Leitungen *c* und *d* so verbunden, daß man durch Umstellen des Drehschiebers *e* Zwillings- oder Verbundbetrieb erzielen kann. Diese Anfahrvorrichtung ist jedoch nicht selbsttätig, sondern muß durch einen besonderen Handgriff eingestellt werden.

Auf der Motorwelle sitzen lose zwei Stirnräder, die abwechselnd mit einer aufgekeilten Klauenmuffe gekuppelt werden können, um das Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Treibachse zu verändern. Je nachdem das größere oder kleinere dieser Räder in Betrieb kommt, kann eine kleinere oder größere Übersetzung zwischen Motor und Treibachse erzielt werden, d. h. kann der Wagen schneller oder langsamer laufen, bei gleicher Umdrehungszahl des Motors. Diese Einrichtung hat bei Dampfmotoren von genügender Leistung wenig Zweck, weil sich die Ge-

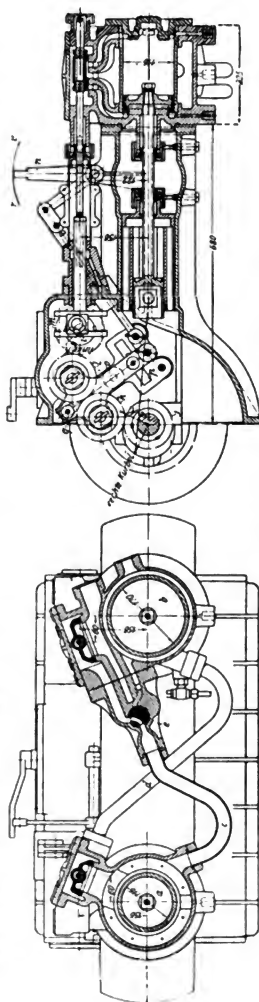


Fig. 52 und 53. Dampfmotor von De Dion & Bouton in Paris.

schwindigkeit ohnedies mittels des Drosselventils oder der Steuerung nach Belieben verändern läßt und weil anzunehmen ist, daß dieses Mittel schon der Bequemlichkeit halber vorgezogen wird. Man nimmt also mit der veränderlichen Räderübersetzung nur eine gewisse Unsicherheit in der Übertragung in den Kauf und läuft Gefahr, daß bei ungeschickter Handhabung des Wagens die Keile überritten werden.

Zum Umsteuern des Motors dient eine eigenartige Vorkehrung. Die beiden Exzenter, von denen die Steuerschieber angetrieben werden, sitzen auf einer gemeinsamen Hülfswelle *i*, die oberhalb der Motorwelle gelagert ist und von dieser durch einen Planetenrädertrieb *j*, *k*, *l*, *m* gedreht wird. Die Zwischenräder *k* und *l* lassen sich mit Hülfe des Handhebels *n* verstellen, wobei die Brille *o*, in der die Zwischenräder gelagert sind, in einem Schlitz *p* gerade geführt und senkrecht dazu an dem Zapfen *q* verschoben wird. Da das Rad *j* hierbei feststeht, so findet eine Drehung der mit dem Rade *m* verbundenen Hülfswelle *i* statt, durch welche die Voreilwinkel umgekehrt werden.

Bei den neueren Maschinen ist aber an Stelle der eben beschriebenen Umsteuerung eine wesentlich einfachere getreten, wahrscheinlich weil die ältere Konstruktion wegen der vielen Zahnräder und Führungen für den Maschinisten schwer zu handhaben ist. Die neue Bauart des Ganzschen Dampfmotors, Fig. 54 bis 56, hat die Exzenter wieder auf der Hauptwelle. Die Exzenterstangen sind oben aufgehängt und von ihnen werden durch kurze Schwinghebel die Schieberstangen angetrieben. Um den Motor umzusteuern, wird einfach ein Winkelhebel verstellt, an dessen einem Arm

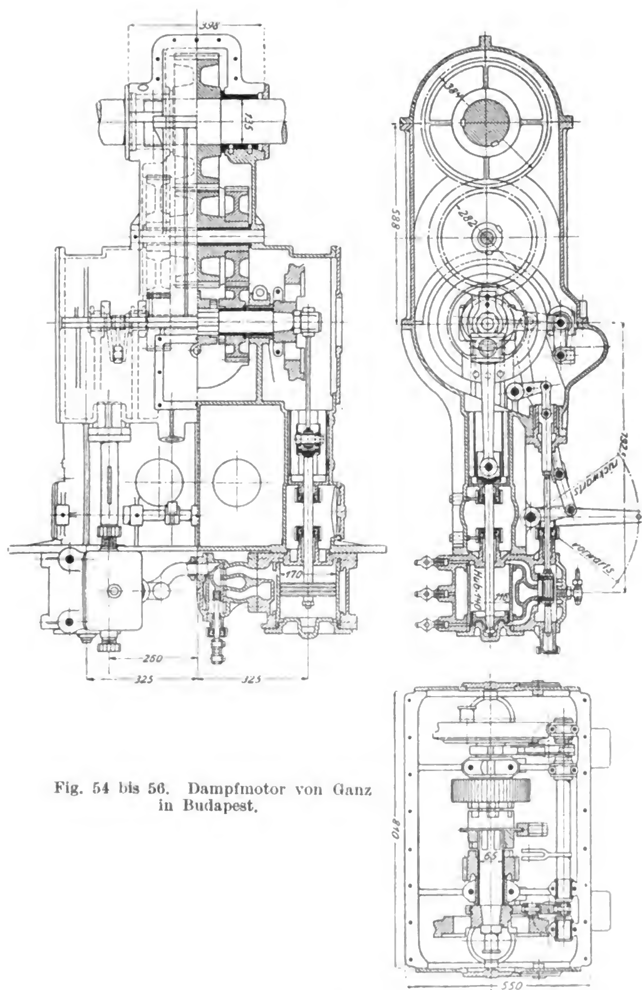


Fig. 54 bis 56. Dampfmotor von Ganz in Budapest.

das betreffende Exzenter angehängt ist. Aus Figur 54 ist leicht zu ersehen, daß bei dem Verstellen des Aufhängepunktes des Exzenters eine Verschiebung der Steuerung unabhängig von der Kurbelwelle bewirkt werden kann.

Figur 57 und 58 stellen endlich den Dampfmotor von P. Stoltz in Berlin dar, der wegen der hohen Dampfdrücke, die dabei ausgenutzt werden sollen, gewisses Interesse erweckt. In erster Linie hat der hohe Dampfdruck die Anwendung von Flachschiebern für die Steuerung des Motors unmöglich gemacht. Man ist daher hier zur Ventilsteuerung übergegangen. An jedem Ende jedes Zylinders befinden sich zwei Ventile für Einlaß und Auslaß des Dampfes, die von einer Daumenwelle, die quer zur Zylinderachse etwa in der Mitte der Länge der Zylinder angeordnet ist, betätigt werden. Der Antrieb dieser Steuerwelle erfolgt durch Kegelräder von der Hauptwelle aus.

Als Material für die Herstellung dieses Motors kommt hauptsächlich Stahlguß in Betracht. Das Rädergehäuse, das ein Rädervorgelege mit einer unveränderlichen Übersetzung enthält, bildet mit der Kurbelkammer ein einziges Stahlgußstück, dessen geringe Wandstärke auffällt. Ein zweites Stahlgußstück bilden die beiden Rundführungen. Die Zylinder, in deren Deckeln die Kolbenstangen mit langen Metalldichtungen geführt sind, sind aus Gußeisen, die Dampfkolben aber wieder aus Stahlguß mit gußeisernen Dichtungsringen hergestellt.

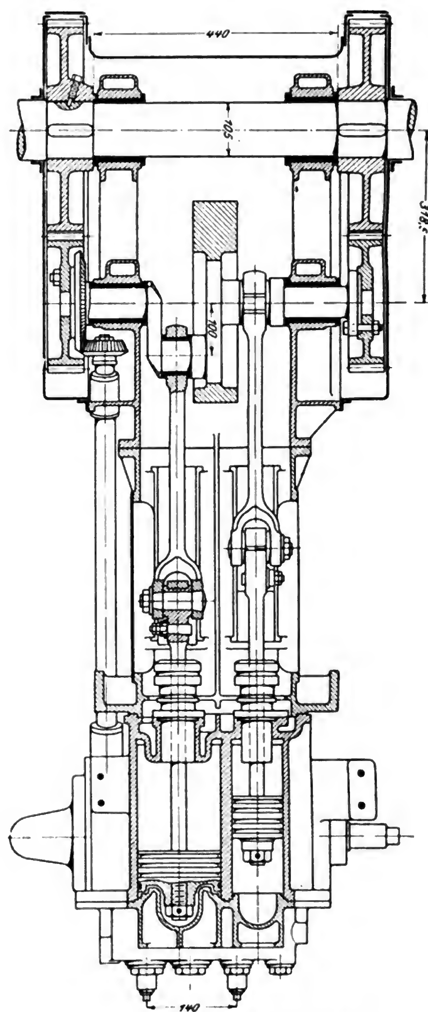
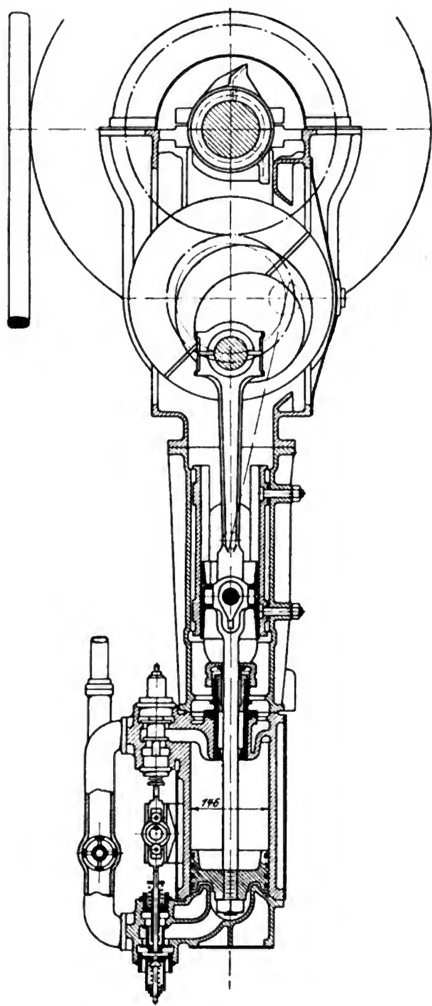


Fig. 57 und 58. Damp



motor von P. Stoltz in Berlin.

VIII.

Benzin-Eisenbahnmotorwagen.

Ich habe schon in einem der vorangegangenen Abschnitte auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der Verwendung von Verbrennungsmaschinen, den eigentlichen Automobilmotoren, bei Eisenbahnmotorwagen entgegenstehen.

Diese Schwierigkeiten treten allerdings nur so weit auf, als der Versuch unternommen wird, wie bei den üblichen Automobilen von der Motorwelle durch Getriebe auf die Treibachse eines Eisenbahnmotorwagens Kraft zu übertragen, und hier kann man wohl sagen, daß diese Schwierigkeiten auch heute noch nicht vollständig überwunden sind. Dessenungeachtet dürfen die Verdienste, die sich die Daimler-Motorengesellschaft in Untertürkheim gerade um die Lösung dieser Frage erworben hat, nicht zu gering angeschlagen werden. Die Konstruktionen dieser Fabrik haben bereits eine solche Entwicklung erlangt, daß sie im Rahmen der vorliegenden Arbeit keinesfalls unbeachtet bleiben dürfen.

Die Bemühungen der Daimler-Motorengesellschaft, ihrem bei Straßenfahrzeugen so bewährten Motor auch bei Schienenwagen Eingang zu verschaffen, reichen bis zum Jahre 1893 zurück, wo die württembergische Eisenbahnverwaltung einen mit einem Benzinmotor ausgerüsteten, früheren Straßenbahnwagen auf einer 21 km langen Vollbahnstrecke in Dienst gestellt hat. Seit dieser Zeit hat die Fabrik ihre Versuche, wenn auch in kleinerem Maßstabe, ununterbrochen fortgeführt. Eine ihrer neueren Konstruktionen ist ein 30pferdiger Motorwagen, Fig. 59 bis 61, der ebenfalls für die württem-

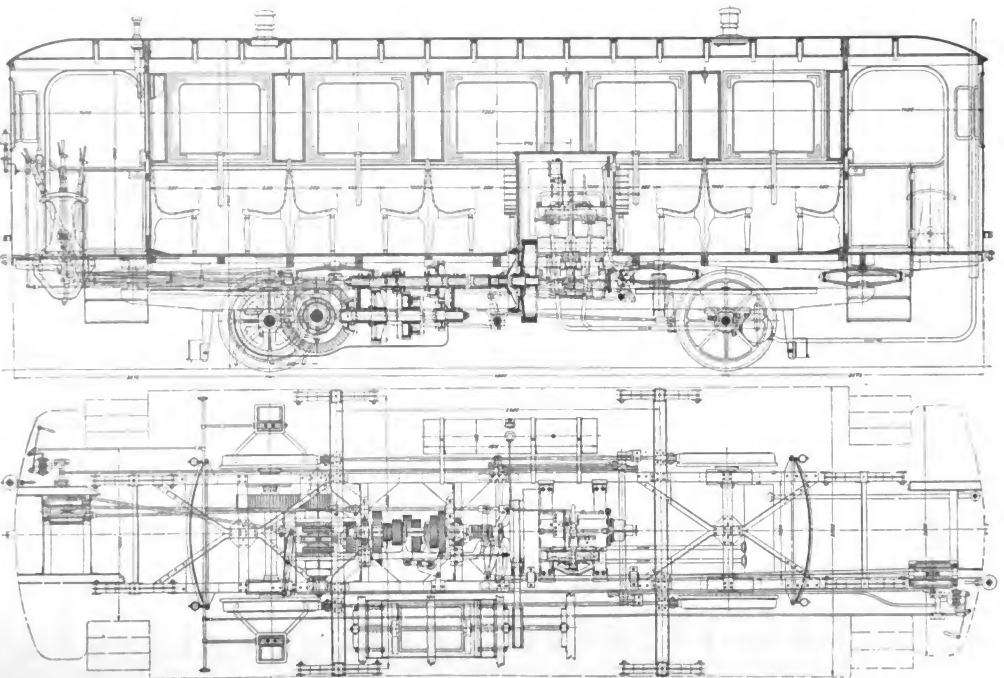


Fig. 59 bis 60. Eisenbahnmotorwagen von Daimler.

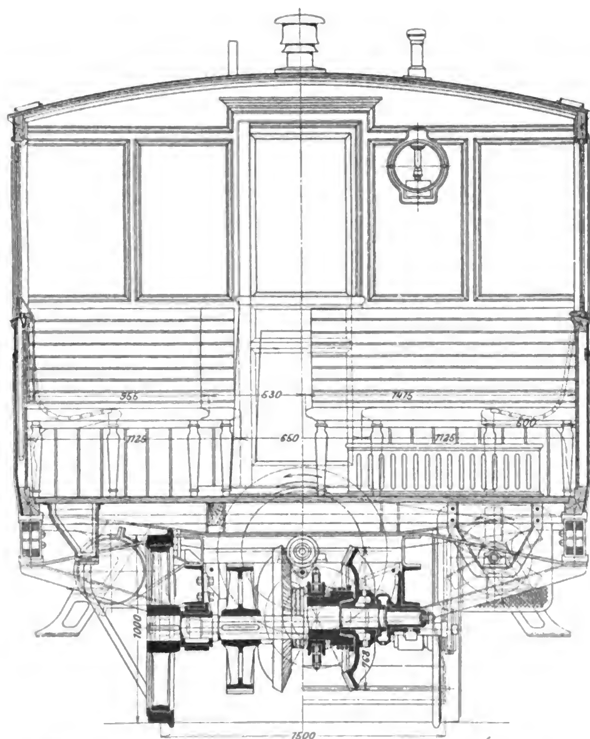


Fig. 61. Schnitt durch den Eisenbahnmotorwagen von Daimler (Fig. 59/60) in vergrößertem Maßstabe.

bergische Eisenbahnverwaltung geliefert worden ist. Der Wagen hat 12,5 t Dienstgewicht; er enthält 44 Stehplätze und 12 Sitzplätze und soll mit 40 bis 50 km in der Stunde fahren. Auf Steigungen von 26 $^0/_{00}$ sollen noch 16—17 km in der Stunde erzielt werden.

Zum Antrieb des Wagens dient ein vierzylindriger stehender Benzinmotor, der, abweichend von den früheren Bauarten, etwa in der Mitte des Wagenkastens angeordnet ist, derart, daß die Zylinder zum großen Teil über dem Fußboden des Wagens liegen. Der Motor ist in einem Kasten eingeschlossen und kann durch eine vom Wageninnern aus erreichbare Kurbel angedreht werden. Diese Anordnung des Motors nimmt zwar etwas von dem verfügbaren Raum im Innern des Wagens fort, man ist aber dazu übergegangen, weil die früher gebräuchliche Bauart, bei welcher der Motor an einem Wagenende angeordnet war, keine so gleichmäßige Verteilung der Gewichte auf die Wagenachsen gestattet hat und daher Neigung zum Schlingern vorhanden war. Auch ist das Andrehen des Motors vom Wageninnern leichter auszuführen, als von außen, wo der Motor nicht so zugänglich gelagert werden konnte.

Auf die Konstruktionseinzelheiten des Motors und seiner Zubehörteile, wie Vergaser und Zündvorrichtung, brauche ich wohl hier nicht einzugehen, da die normalen Daimlerschen Konstruktionen als genügend bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Die Kraft des Motors wird von der in der Wagenachse liegenden Kurbelwelle durch eine am Schwungrad angeordnete Kegelkupplung auf das bekannte vierstufige Getriebe übertragen, dessen Verstellung durch zwei übereinander gelagerte Schieber von jedem Ende des Wagens aus stattfinden kann, siehe Fig. 60.

Abweichend von den sonstigen Daimlerkonstruktionen ist nur die Umsteuerung. Die untere Welle des Wechselgetriebes treibt eine parallel zur Treibachse gelagerte Hülfswelle an, auf der zwei mit dem Kegelrad des Wechsel-

getriebes im Eingriff befindliche Kegelräder lose gelagert sind. Diese Kegelräder, die durch das Wechselgetriebe in entgegengesetzter Richtung gedreht werden, können durch eine Spiralbandkupplung abwechselnd mit einer auf der Hülfswelle aufgekeilten Muffe verbunden werden, derart, daß die Welle je nach der Einstellung der Kupplung in dem einen oder anderen Sinne gedreht wird. Mit der Hülfswelle ist die Treibachse durch ein Stirnrädervorgelege gekuppelt.

Die beschriebene Konstruktion ist dem üblichen Zwischenschalten eines weiteren Zahnrades in das Wechselgetriebe vorgezogen worden, weil das gewöhnliche Wechselgetriebe das Rückwärtsfahren nur mit der geringsten Geschwindigkeit zuläßt, während der Wagen im vorliegenden Falle in jeder Richtung mit der Höchstgeschwindigkeit fahren muß. Abgesehen hiervon läßt sich die Umkehrung der Fahrtrichtung mit Hilfe der Federkupplung viel stoßfreier herstellen als durch zwischengeschaltete Zahnräder.

Der äußere Aufbau des Wagens kennzeichnet sich durch die Anordnung von acht Tragfedern für den Wagenkasten, die sich auf einen kräftigen, zur Auf. nahme der Achsbüchsen dienenden Rahmen stützen- Die Unterzüge des Wagenkastens sind nur in Holz und verhältnismäßig schwach ausgeführt, während die Hauptträger des Wagens etwas weiter darunter angeordnet sind. Auch diese Bauart ist durch die Eigenart des Antriebes bedingt. Sie stellt die Lösung der Aufgabe dar, den gesamten Wagenantrieb, einschließlich Motor und Getriebe, absolut unveränderlich gegen die Treibachse zu lagern, ohne die Abfederung des Wagenkastens zu verhindern. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist auch

der Motor vom Wagenkasten selbst gänzlich unabhängig. Die Stellung der Treibwellen und Zahnräder wird daher durch die Federung des Wagens nicht beeinflußt. Das ist äußerst wichtig, weil dadurch das Geräusch des Rädergetriebes einigermaßen vermindert wird.

Dieser Wagen hat auf der 90 km langen Strecke Cannstatt-Ulm Probefahrten zurückgelegt, die sehr günstige Ergebnisse geliefert haben. Trotz der Belastung von 3,15 t hat er die ganze Strecke in 191,5 Minuten, also mit 28,2 km in der Stunde mittlerer Geschwindigkeit, ohne wesentlichen Aufenthalt durchfahren. Der Verbrauch an Benzin hat hierbei 294 g (etwa $1/2$ l) betragen.

IX.

Benzin-elektrische Eisenbahnmotorwagen.

Die von der Daimler-Motorengesellschaft ausgeführten Eisenbahnmotorwagen stehen, abgesehen von einigen amerikanischen Konstruktionen der letzten Zeit, hinsichtlich ihrer Bauart ziemlich vereinzelt da. Die meisten neueren Versuche, die darauf hinauslaufen, den Automobilmotor auch dem Schienenfahrzeug dienstbar zu machen, nehmen zu dem sogenannten gemischten Betrieb Zuflucht, bei dem der Motor dazu benutzt wird, eine mit ihm unmittelbar gekuppelte Dynamomaschine anzutreiben, die selbst wieder Strom zum Betriebe der an den Treibachsen angeordneten Elektromotoren liefert.

Ausführungen solcher Eisenbahnmotorwagen liegen bereits in größerer Zahl vor. Figur 62 und 63 zeigen die Einzelheiten der Ausrüstung eines der ersten Wagen dieser Gruppe, der vor etwa zwei Jahren von der North Eastern Railway in England in Betrieb genommen

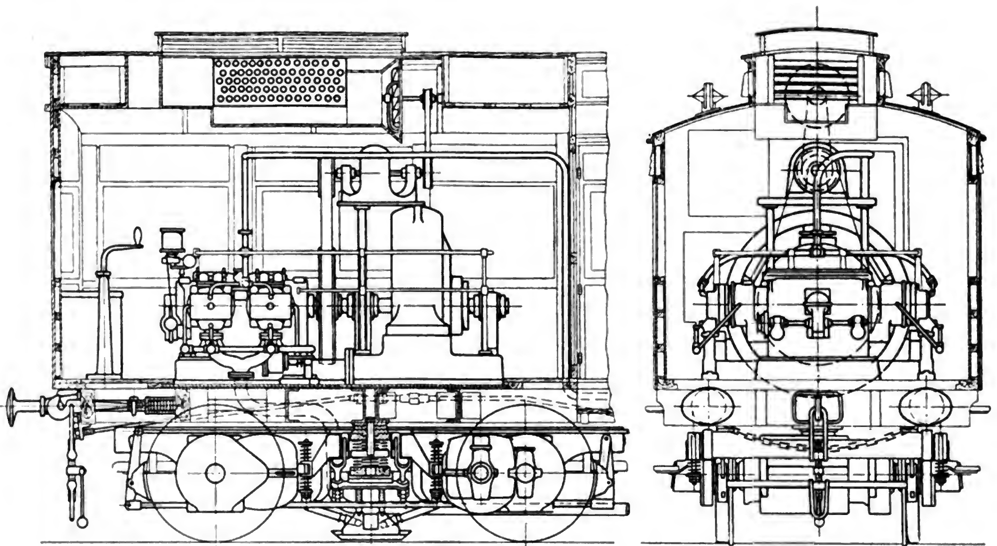


Fig. 62 und 63. Maschinenraum des Eisenbahnmotorwagens der North Eastern Railway.

worden ist. Die Gesamtansicht dieses Wagens ist bereits in Figur 22*) wiedergegeben worden.

Der Wagen ist zweifellos eine einwandfreie Lösung des gemischten Betriebes vom technischen Standpunkte aus. Immerhin scheint es aber fraglich, ob die hohen Brennstoffkosten nicht in der Mehrzahl der Fälle seine Verwendung gegenüber den Eisenbahnmotorwagen mit Dampfbetrieb einschränken werden. Beweis hierfür bietet zum Beispiel die Tatsache, daß solche Eisenbahnmotorwagen bisher vornehmlich in Ländern Verwendung gefunden haben, die auf Benzin so gut wie keinen Zoll erheben, d. h. wo die Benzinpreise etwa die Hälfte derjenigen betragen, die in Deutschland bezahlt werden müssen.

Der Maschinenraum, der in Figur 62 und 63 abgebildet ist, befindet sich an einem Ende des Wagens unmittelbar über dem einen Drehgestell. Am anderen Wagenende ist nur ein kleines Führerabteil vorgesehen, das mit allen Anlaß- und Bremshebeln versehen ist. Die Maschinengruppe, welche den Strom zum Betriebe dieses Wagens liefert, besteht aus einem liegenden vierzylindrigen Benzinmotor der Wolseley Tool & Motor Co. in Birmingham, der bei 420 bis 480 Uml. in der Minute 80 PS. leistet, und aus einem Gleichstromerzeuger von 55 KW. der Westinghousegesellschaft, der Strom von 300 bis 500 V. Spannung liefert; er ist zu diesem Zweck mit einer Verbundwicklung versehen, so daß die Spannung durch Einschalten von Widerständen in die Erregerwicklung vom Führerstand aus verändert werden kann.

Zum Erregen dient eine oberhalb des Stromerzeugers gelagerte, durch Riemen angetriebene kleine Neben-

*) S. 44.

schlußmaschine von 3,75 KW. Leistung und 72 V. Spannung, die daneben auch zum Speisen der Wagenbeleuchtung — 30 zehnkerzige Glühlampen — und während des Tages zum Aufladen einer in der Mitte des Wagenrahmens, siehe Fig. 22, befindlichen Akkumulatorenbatterie verwendet wird, wobei jedoch die Spannung auf 95 V. erhöht werden muß. Die Batterie dient zum Andrehen des Motors beim Anfahren, indem man den Stromerzeuger als Elektromotor mit der Akkumulatorenspannung laufen läßt. In dem Augenblick, wo der Benzinmotor angeht, wird die Batterie abgeschaltet und der Stromerzeuger nach einigen Umdrehungen soweit beschleunigt, daß er 400 V. liefert. Mit diesem Strom werden die in dem einen Drehgestell eingebauten Motoren von je 55 PS. vom Fahrschalter aus gespeist. Während voller Fahrt kann die Spannung auch bis auf 500 V. gesteigert werden. Der Wagen ist außerordentlich bequem gebaut und mit einer magnetischen Schienenbremse versehen. Er hat sich nach übereinstimmenden Mitteilungen der englischen Fachschriften im Betriebe sehr gut bewährt.

Figur 64 zeigt den Blick in den Maschinenraum eines in Amerika gebauten benzin-elektrischen Motorwagens, der auf der Bahn der St. Joseph Valley Traction Co. im Betrieb ist. Dieser Wagen dient jedoch nicht zur Beförderung von Fahrgästen, sondern nur für den Gepäckverkehr. Er besteht aus einem Maschinenraum und einem großen Gepäckabteil und kann noch einen Anhängewagen mitführen. Zum Antrieb dient ein 70pferdiger Benzinmotor der Mariette Gas Engine Co. in Chicago. Die elektrische Ausrüstung, bestehend aus einer Gleichstrommaschine von 50 KW. Leistung bei 250 V. Span-

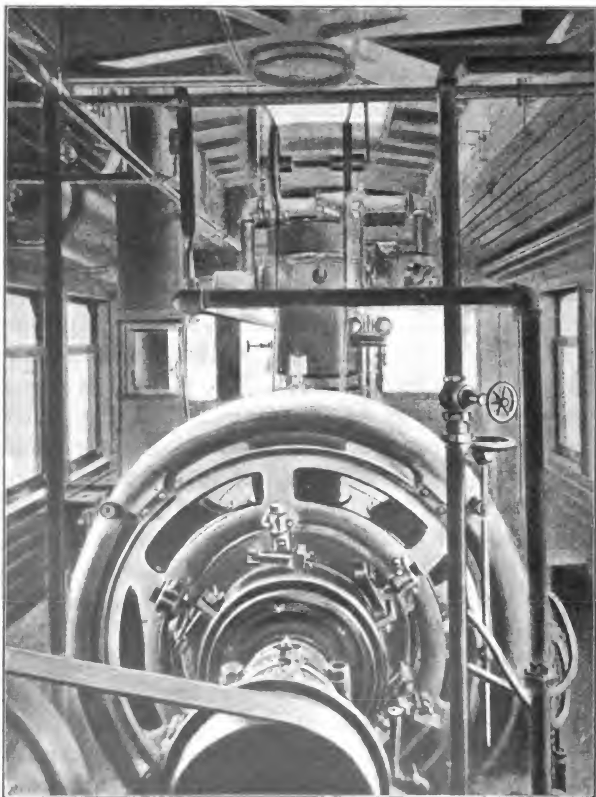


Fig. 64. Maschinenraum des Eisenbahnmotorwagens der St. Joseph Valley Traction Co.

nung sowie vier 35pferdigen Wagenmotoren, ist von der Sprague Electric Co. in New York geliefert worden. Mit diesem Wagen sind bereits eine große Zahl erfolgreicher Fahrten unternommen worden. Seit dem 30. März 1905

befindet er sich im regelmäßigen Betrieb und legt täglich eine Strecke von 35 km zwei- bis dreimal zurück, wobei er noch einen Anhängewagen mitführt. Der Benzinverbrauch beträgt etwa 1,8 ltr. auf 1 km.

Erwähnt sei ferner, daß auch die Union Pacific Railway einen als Vorspannmaschine oder Lokomotive verwendbaren vierachsigen Motorwagen von 100 PS. Motorleistung seit längerer Zeit im Betriebe hat. Dieser Wagen ist mit einem sechszylindrigen Schiffsmotor der bekannten „Standard“-Konstruktion ausgerüstet und soll sich ebenfalls gut bewährt haben.

Die General Electric Company, die, wie schon früher erwähnt, den Bau von Eisenbahnmotorwagen mit gemischtem Benzin- und elektrischem Betrieb nach dem Muster der Wolseley Tool & Motor Car Co., Birmingham, in den Vereinigten Staaten von Amerika aufgenommen hat, hat vor kurzem bei der genannten Fabrik für diesen Zweck einen Motor von 140 PS., also von sehr ansehnlicher Größe, bauen lassen. Der in Figur 65 bis 67 dargestellte Motor hat sechs liegende Zylinder von 229 mm Durchmesser und 254 mm Hub, die zu je dreien auf verschiedenen Seiten der Kurbelwelle angeordnet und je um die Breite einer Kurbelkröpfung gegeneinander versetzt sind, derart, daß jedem Zylinder ein besonderer Kurbelzapfen entspricht. Die Laufbüchsen der Zylinder sind für sich ausgebohrt, außen zum Teil abgedreht und in die ebenfalls für jeden Zylinder getrennt ausgeführten Kühlmäntel aus Gußeisen genau eingeschliffen. Letztere sind mit Flanschen an die senkrechten Wände des Kurbelkastens angeschraubt. Auch die Zündköpfe, die zwei Einlaßventile und ein Auslaßventil tragen, sind für jeden Zylinder getrennt hergestellt. Die Steuerventile werden

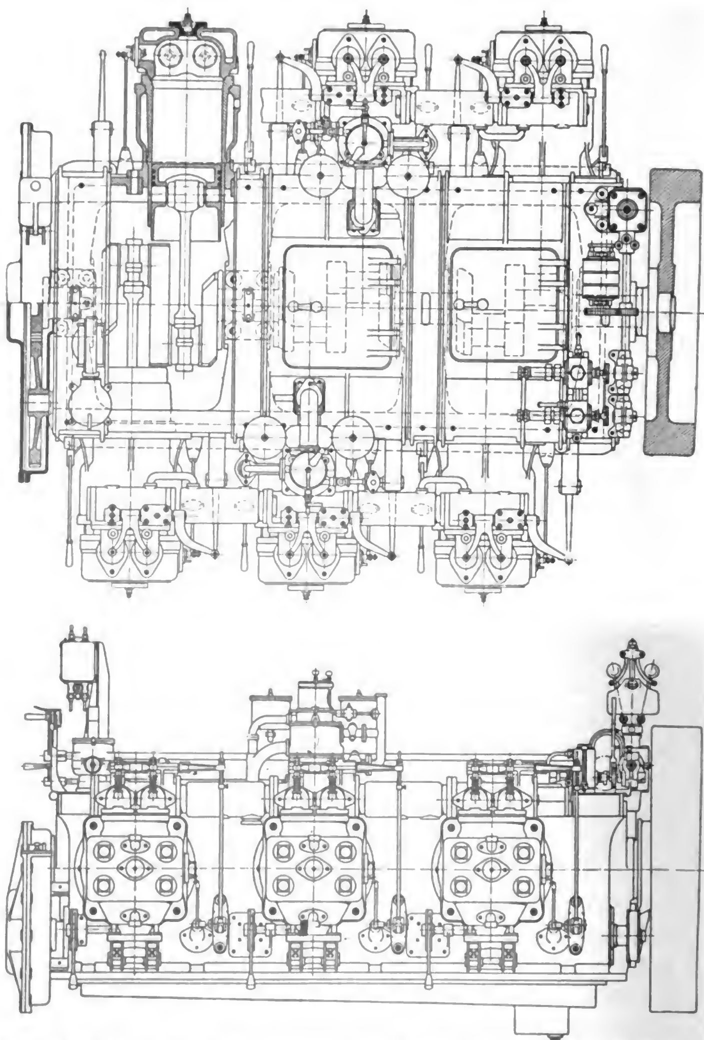


Fig. 65 und 66. 140 pferdiger Benzinmotor der Wolseley Tool and Motor Car Works.

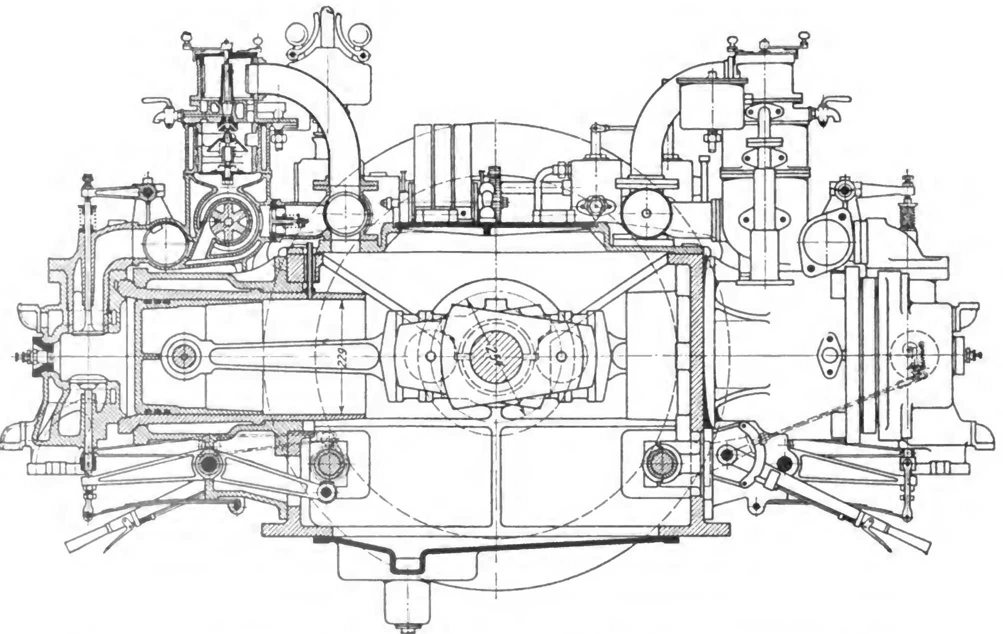


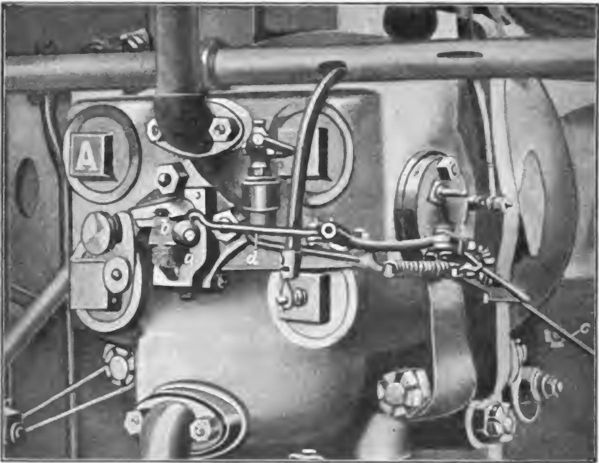
Fig. 67. Schnitt durch den in Fig. 65/66 abgebildeten 140 PS-Wolseley Motor, in vergrößertem Maßstabe.

mittels Daumen von zwei Steuerwellen betätigt, die durch Stirnräder von der Kurbelwelle angetrieben werden. Zur Bewegung der Auslaßventile dienen zweiarmige Hebel mit Blattfederbelastung, der Einlaßventile ähnliche Hebel, die aber erst unter Vermittlung von Zugstangen und einarmigen Hebeln auf die gegabelten Antriebhebel der Ventile einwirken. Der Motor ist sowohl mit Abreißzündung als auch mit Hochspannungs-Kerzenzündung — letztere nur zur Aushülfe — versehen. Die Zünddynamo, Bauart Simms-Bosch, sitzt an der Schwungradseite auf dem Kurbelkasten und wird von der Regulatorwelle durch Stirnräder angetrieben. Die zugehörigen Abreißkontakte liegen an den Seiten der Zündköpfe. Ihr Antrieb ist mit demjenigen der Einlaßventile verbunden, siehe Fig. 67. Für die Kerzenzündung wird eine kleine Akkumulatorenbatterie mit Induktionsspule und rotierendem einstellbaren Unterbrecher an dem einen Ende einer Steuerwelle verwendet; die Zündkerzen sitzen wie üblich in der Zylinderachse auf den Zündköpfen.

Als grundlegend verschieden von den bisherigen ähnlichen Konstruktionen verdient hervorgehoben zu werden, in welcher Weise der Motor angelassen wird. Bei dem früher beschriebenen Wagen ist, wie bereits erwähnt, dafür eine Akkumulatorenbatterie vorhanden, die von der Erregermaschine gespeist wird und, abgesehen davon, daß sie zur Wagenbeleuchtung dient, beim Anlassen des Benzinmotors auf die Hauptdynamo geschaltet werden kann, um sie als Motor anzutreiben. Im Gegensatz hierzu wird der vorliegende Motor mit gewöhnlichen Pulverpatronen, die je 18 bis 20 g Schwarzpulver als Ladung enthalten, angelassen. Zu diesem Zweck werden bei der Hälfte der Zylinder die Zündkerzen durch Ver-

schlußstücke *a*, Fig. 68 und 69, ersetzt, die zur Aufnahme der Patronen eingerichtet und mit einem Hahn *b* zum Abfeuern versehen sind. Um den Motor anzulassen, wird eine dieser Patronen mit der Hand abgefeuert, die anderen werden im richtigen Augenblick durch das Gestänge *c* der Abreißzündung zur Wirkung gebracht. Figur 68 zeigt den Verschluß, während eine Patrone eingeführt wird, Figur 69 die Einrichtung betriebsfähig, wobei der vom Zündgestänge angetriebene Haken *d* in den Hahn eingehängt ist.

Da der Motor unbelastet angelassen wird, so kann man, wenn er zu laufen beginnt, die Verschlußstücke wieder entfernen und die Zündkerzen an ihre Stelle setzen. In der Mehrzahl der Fälle wird das aber nicht erforderlich sein, weil zum Betrieb des Motors die Abreißzündung vollkommen ausreicht. Eine Scheibe, die auf ihrer Vorderfläche mit sechs Buchstaben A bis F, entsprechend den sechs Zylindern des Motors, versehen ist, und die sich mit der halben Geschwindigkeit der Motorwelle vor einer zweiten, die vier Arbeitstakte anzeigenden Scheibe dreht, ermöglicht, in jedem Augenblick zu erkennen, welcher Kolben sich am Ende des Verdichtungshubes befindet; in diesem Zylinder muß die Patrone zuerst abgefeuert werden. Vor dem Abfeuern müssen ferner die Auslaßventile der drei mit Patronen versehenen Zylinder geöffnet und wieder geschlossen werden, um etwa vorhandenes verdichtetes Gemisch austreten zu lassen, weil sonst zu große Drücke entstehen könnten. Die ganze Arbeit: Einsetzen der Verschlußstücke in die entsprechend ausgewählten Zylinder, Einhängen der Haken in die Hähne und Abfeuern der Patronen, erfordert nur drei Minuten.



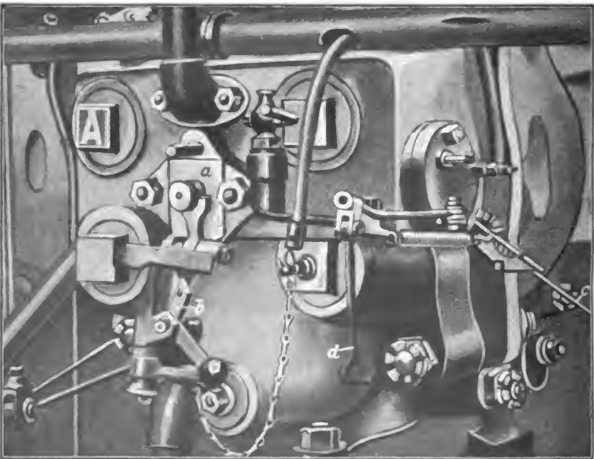


Fig. 68 und 69. Anlaßvorrichtung von Wolseley.

Für je drei Zylinder des Motors sind zwei Vergaser vorhanden, die durch einen Dreiwegehahn derart miteinander verbunden sind, daß entweder mit Benzin oder mit Petroleum gearbeitet oder endlich der Zufluß von Brennstoff gänzlich abgesperrt werden kann. Die Vergaser selbst sind als Schwimmervergaser mit abwärts gerichteten Düsen konstruiert und werden durch Plattenventile gegen die Saugleitungen der Motoren abgeschlossen, sobald der Unterdruck aufhört. Das Mischungsverhältnis wird durch Änderung der Luftzufuhr mit der Hand geregelt, während der Regulator nur Drosselschieber in den Einströmleitungen der Motoren beeinflußt. Eigenartig ist, daß die Luft für die Vergaser aus der Kurbelkammer angesaugt werden kann. Das soll angeblich den Zweck haben, die Hauptlager der Motorwelle zu kühlen und insbesondere verbrannte Gase zu entfernen, die infolge von Undichtheit der Kolben in die Kurbelkammer gelangt sind. Das Verfahren erscheint aber nicht ganz einwandfrei; denn die Vergaserluft, die aus der Kurbelkammer gesaugt wird, ist jedenfalls schlechter als die Außenluft, höchstens etwas wärmer, dafür aber, wenn wirklich verbrannte Gase hineingelangt sind, um so ärmer an Sauerstoff. Insbesondere bei Betrieb des Motors mit Petroleum wird das ins Gewicht fallen. Es ist übrigens dafür gesorgt, daß der Vergaser jederzeit auch nur mit Außenluft gespeist werden kann.

Bei den Abnahmeversuchen, wo insbesondere die Anlaßvorrichtung einer eingehenden, erfolgreichen Prüfung unterzogen worden ist, hat sich bei rund 148 PS. mittlerer Bremsleistung auf eine Dauer von drei Stunden ein stündlicher Verbrauch von etwa 0,30 ltr. Benzin von

0,7 spezifischem Gewicht für 1 PS. ergeben. Die Temperatur des Kühlwassers hat dabei 45° C nicht überschritten.

Der Eisenbahnmotorwagen, für den der beschriebene Motor bestimmt ist, ist mittlerweile von der General Electric Co. in Gemeinschaft mit den American Locomotive Works in Schenectady fertiggestellt worden und hat vor kurzem auf der Strecke Schenectady-Saratoga Probefahrten gemacht, bei denen 56 bis 64 km in der Stunde erzielt worden sind. Die Einrichtung des Wagens, der an jedem Ende mit einem vollständig ausgerüsteten Führerabteil versehen ist, stimmt im wesentlichen mit derjenigen des Wagens der North Eastern Railway, Fig. 22, 62 und 63, überein. Der Motor ist mit einer 120 KW.-Gleichstrommaschine von 600 V. Spannung gekuppelt, die von einer darüberliegenden, durch Morsekette angetriebenen 5,5 KW.-Gleichstromdynamo von 110 V. Spannung erregt wird. Zum Antrieb des Wagens dienen zwei Elektromotoren, die vom Führerstand aus hintereinander oder parallel geschaltet oder umgesteuert werden können.

Obgleich die Probefahrten den Beweis geliefert haben, daß dieser Wagen allen Anforderungen genügt hat, gibt die Zeitschrift „Electrical World“ der Meinung Ausdruck, daß solche Eisenbahnmotorwagen nur als ein Schritt weiter zur endgültigen Einführung des elektrischen Bahnbetriebes angesehen werden könnten. Der benzin-elektrische Wagen sei ganz gut, um den Personenverkehr erst ins Leben zu rufen, im gegebenen Falle würde aber für einen Vollbetrieb dennoch der elektrische Betrieb in Frage kommen.

Ferner sind noch die Eisenbahnmotorwagen mit gemischtem Betriebe zu erwähnen, die von Johann Weitzer,

Maschinen-, Waggonfabrik und Eisengießerei A.-G. in Arad (Ungarn), gebaut werden und ebenfalls seit etwa zwei Jahren auf ungarischen Nebenbahnen erfolgreich im Betriebe sind. Figur 70—72 zeigen die Einrichtung eines 70pferdigen Wagens dieser Fabrik, der bei etwa 15 t Dienstgewicht stündlich 60—70 km zurücklegen

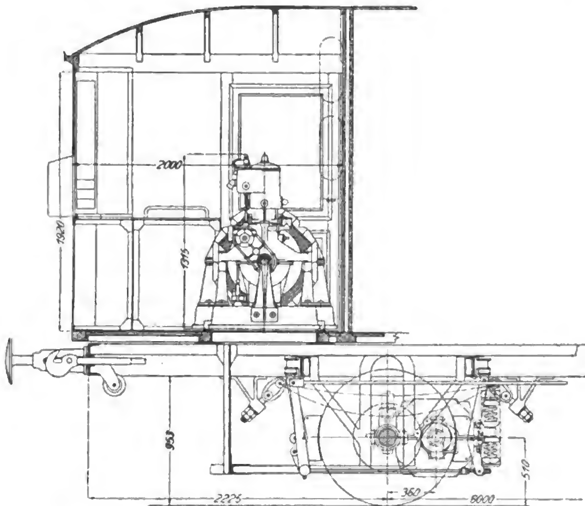


Fig. 70. Eisenbahnmotorwagen von Johann Weitzer in Arad.

kann. Er kann bei Bedarf noch zwei Anhängewagen von je 12 t Gewicht mitnehmen, die je 60 Personen fassen. Jede Achse des Motorwagens wird mit Stirnräderübersetzung von 2 : 5 von einem 30pferdigen Elektromotor angetrieben, dessen Gehäuse um die Wagenachse drehbar und gegen den Wagenkasten durch Federn so abgestützt ist, daß Erschütterungen während der Fahrt,

insbesondere Veränderungen im Abstand des gefederten Wagenkastens vom Radmittel, auf die Eingriffverhältnisse der Zahnräder ohne Einfluß bleiben. Ähnlich wie

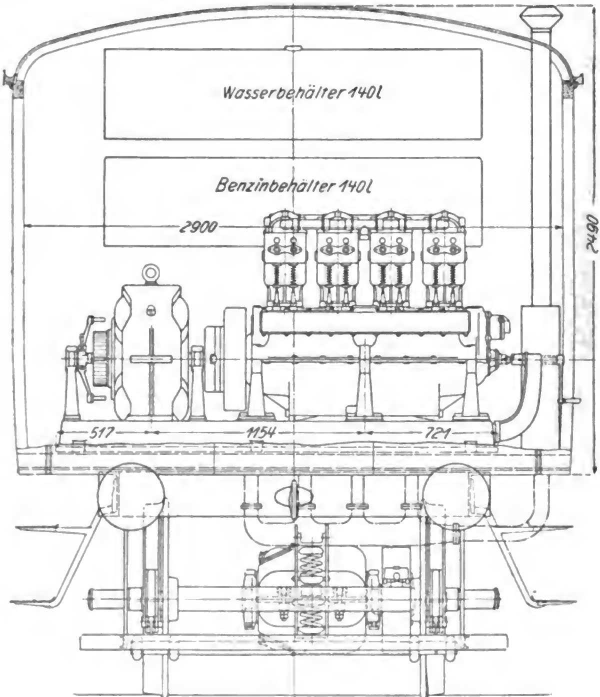


Fig. 71. Eisenbahnmotorwagen von Johann Weitzer in Arad.

bei dem vorbeschriebenen Wagen der North Eastern-Eisenbahn ist der eine Führerstand zum Maschinenraum erweitert. Dieser enthält einen stehenden vierzylindrigen Benzinmotor, Bauart De Dion & Bouton,

von 140 mm Zylinderdurchmesser und 180 mm Hub, der 70 PS. leistet und mit einer Gleichstromdynamo von 45 KW. gekuppelt ist.

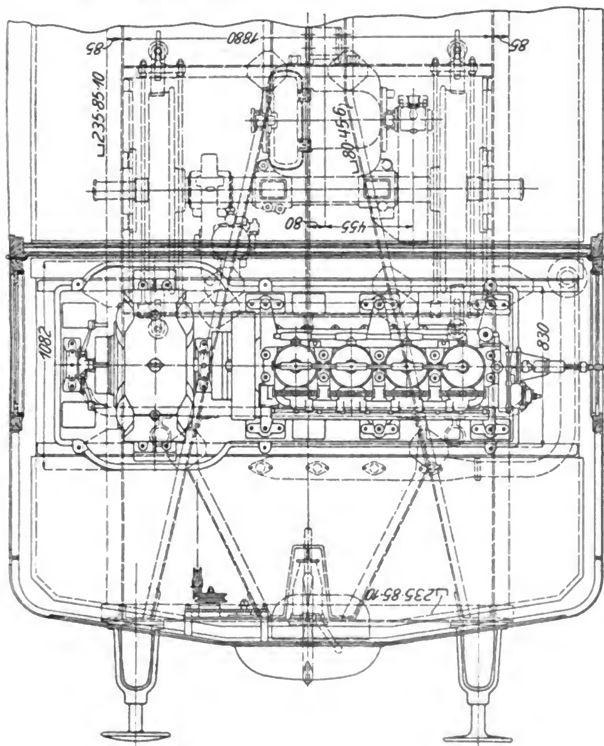


Fig. 72. Eisenbahnmotorwagen von Johann Weitzer in Arad.

Große Beachtung verdient das außerordentliche geringe Dienstgewicht des Wagens, das durch die verwendeten De Dion & Bouton-Motoren wohl wesentlich begründet wird. Der Achsdruck dieser Wagen über-

schreitet nicht 8 t und ist auf beiden Achsen annähernd gleich. Infolgedessen kann das Gesamtgewicht des Wagens als Adhäsionsgewicht ausgenützt werden, wodurch ein sicherer und ruhigerer Gang erzielt wird. Andererseits gestattet der geringe Achsdruck, diesen Wagen selbst auf verhältnismäßig schwachem Oberbau verkehren zu lassen. Die Betriebskosten sind nach den bisherigen Erfahrungen bei einem Wagen, der mit Anhänger 40—50 km zurücklegt, sehr gering. Als Benzinverbrauch wird 0,4 kg für einen Wagenkilometer angegeben, doch hat sich bei neueren Versuchen sogar noch ein niedrigerer Verbrauch herausgestellt.

Der Wagen wird durch das Kühlwasser des Benzinmotors geheizt. Diese Art der Heizung hat sich als vollkommen ausreichend erwiesen und sie begünstigt sogleich die Abkühlung des Kühlwassers.

X.

Andere Schienenfahrzeuge mit Antrieb durch Automobilmotoren.

Mit den im vorstehenden Abschnitt besprochenen Beispielen ist aber die Anwendbarkeit des Verbrennungsmotors im Eisenbahnbetriebe noch nicht erschöpft. In freilich geringerem Umfange, aber in alljährlich steigendem Maße bedient man sich seiner zum Antrieb von Draisinen, kleinen, zu Inspektionszwecken gebauten Fahrzeugen, bei denen man bislang immer zwei Mann mitzuführen gezwungen war, um die Hebel zur Fortbewegung zu bedienen. Mit Anwendung eines kleinen, etwa 8—10 PS. leistenden Motors wird der Betrieb dieser Fahrzeuge wesentlich vereinfacht.

Im Grunde genommen handelt es sich hier nur um eine entsprechende Verkleinerung der von Daimler für die großen Eisenbahnmotorwagen schon früher angegebenen Konstruktionen. In der Regel wird der Antriebsmotor vorn am Gestell stehend gelagert, mit der Welle in der Längsachse des Untergestelles, wobei die Bewegung entweder direkt mittels Gelenkwelle oder durch Vermittlung von Kettengetriebe auf die Hinterachse übertragen wird*).

Es ist ersichtlich, daß man mit solchen Fahrzeugen wesentlich höhere Geschwindigkeiten erreichen kann, als bei Handbetrieb. Durch den Einbau des Motors wird das Gesamtgewicht der Draisine keineswegs zu groß, so daß sie immer noch von zwei Mann aus dem Gleise gehoben werden kann.

Der an sich naheliegende Gedanke der Motordraisine scheint zuerst von der bekannten Firma De Dion & Bouton aufgegriffen worden zu sein. Es schließen sich hieran unmittelbar die Ausführungen von Gebr. Windhoff, G. m. b. H. in Rheine und von Simms in London. Heute werden Motordraisinen fabrikmäßig von der Gesellschaft für Bahnbedarf in Hamburg und von den Brennabor-Fahrradwerken in Brandenburg a. H. hergestellt. Es ist zu hoffen, daß auch auf diesem Gebiete mit allgemeiner Erkenntnis der Vorteile dieser Fahrzeuge eine größere Verbreitung derselben platzgreifen wird.

Nicht zu unterschätzen sind ferner die Vorteile, die der Antrieb mit Verbrennungsmaschinen bei kleinen, auf

*) Ausführungen von solchen „Motordraisinen" sind von J. Küster in Jahrgang 1903 der Zeitschrift des Mitteleuropäischen Motorwagen-Vereines wiederholt beschrieben worden.

Schmalspurgleisen fahrenden Personen- und Güterwagen gewährt, insbesondere in Gegenden, wo die Beschaffung von Kohle und Wasser für Dampfbahnen Schwierigkeiten macht. Auf diesem Gebiete seien die Versuche erwähnt, die seit einer Reihe von Jahren im Deutschen Kolonialamte gemacht worden sind, um die Verkehrsverhältnisse in Deutsch-Südwestafrika zu verbessern.

Ein für solche Zwecke bestimmtes Fahrzeug ist in Figur 73 dargestellt*). Neben der schnellen Inbetriebsetzung und dem geringen Eigengewicht kommt für die Kolonien hauptsächlich der Gesichtspunkt in Betracht, daß solche Fahrzeuge zwischen den in großen Zeitabständen verkehrenden Zügen, gegebenenfalls auch auf Verlangen einer einzelnen Person, z. B. eines Arztes, abgelassen werden können. Diese Wagen sind von der bereits genannten Firma Gebr. Windhoff gebaut und versuchsweise vom Kolonialamt eingeführt worden. Sie haben 30 km in der Stunde normale Fahrgeschwindigkeit, können gegebenenfalls aber auch 60 km fahren, da sie mit einem 10 PS. Zweizylindermotor ausgerüstet sind.

XI.

Motorlokomotiven.

Die Motorlokomotiven, soweit sie auf Gleisen fahren, sind eigentlich als ein abseits vom Gegenstande des vorliegenden Buches liegendes Gebiet anzusehen. Ich habe sie aber dennoch in aller Kürze in den Rahmen mit einbezogen, weil auch hier Anwendungen von Automobilmotoren vorkommen.

*) Der Motorwagen, Heft 26 Jahrgang 1904.

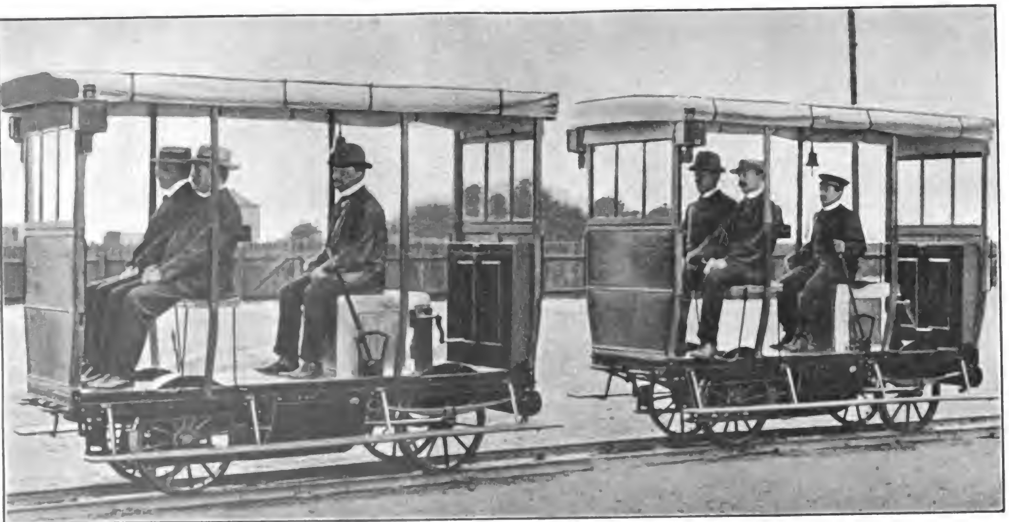


Fig. 73. Schmalspurbahnwagen von Gebr. Windhoff in Rheine.

Lokomotiven, deren Antrieb durch Verbrennungsmaschinen erfolgt, haben bekanntlich für Bergwerke die größte Bedeutung. Sie ermöglichen eine schnelle und sichere Beförderung ganzer Züge von beladenen Hunten, ohne die wesentlichen Nachteile und Gefahren der Dampfgrubenlokomotiven aufzuweisen und ohne die hohen Anlagekosten von Druckluftlokomotiven zu erfordern.

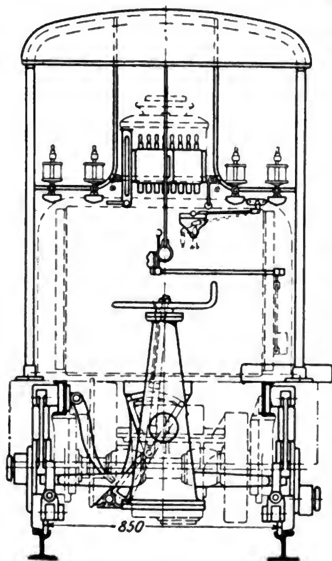


Fig. 74. Motorlokomotive der Wolseley Tool and Motor Car Works in Birmingham.

Nach Mitteilungen von Kramer*) kommt heute als einziger Konkurrent der Benzinlokomotive, abgesehen von vereinzelten, nur in bestimmten Fällen anwendbaren Seil- oder Kettenförderungen, die elektrische Lokomotive in Betracht, der aber die Benzinlokomotive in wirtschaftlicher Beziehung u. in manchen technischen Beziehungen überlegen ist.

Ein Beispiel für eine Benzinlokomotive mit Antrieb durch einen Fahrzeugbenzinmotor ist in den Figuren 74 bis 76 wiedergegeben**). Die von der Wolseley Tool and Motor Car Co. Ltd. in Birmingham gebaute Lokomotive für

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Heft 14 Jahrgang 1906.

**) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Heft 19 Jahrgang 1905.

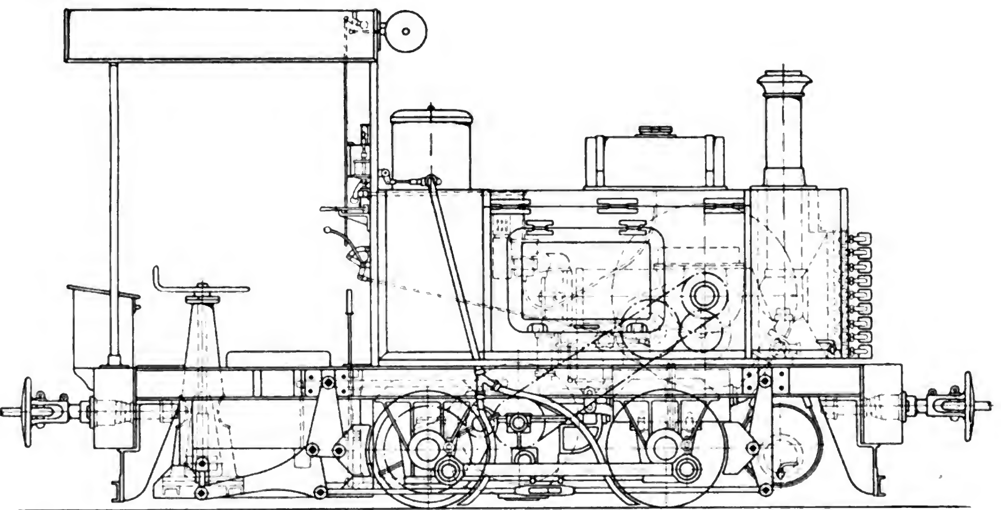


Fig. 75. Motorlokomotive der Wolseley Tool and Motor Car Works in Birmingham.

850 mm Spurweite ist in ihrem Äußeren einer Dampflokomotive nachgebildet. Sie wird von dem bekannten liegenden zweizylindrigen Motor angetrieben, der bei 60 Umdrehungen in der Minute 20 PS. leistet. Der Motor ist in einem vierkantigen Gehäuse eingeschlossen, das einen Teil des Lokomotivkessels vertritt und oben einen Brennstoffbehälter sowie einen Sandbehälter aufnimmt. Der Motor treibt mit Hilfe eines Wechselgetriebes und einer Kette die Treibachse der Lokomotive an. Um das Geräusch beim Auspuffen des Motors möglichst zu vermindern, sind die Auspuffleitungen jedes Zylinders in gesonderte Töpfe geführt, welche in dem die Rauchkammer vertretenden vorderen Kasten untergebracht sind. Die Auspuffgase entweichen durch einen schornsteinartigen Aufsatz dieses Kastens und saugen hierbei Luft durch die Öffnungen zwischen den einzelnen Rippenrohren des Kühlers an, wodurch der Luftumlauf begünstigt wird.

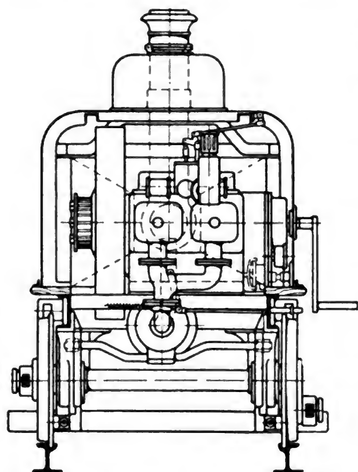


Fig. 76. Motorlokomotive der Wolseley Tool and Motor Car Works in Birmingham.

Das Ganze ruht auf einem aus [-Eisen hergestellten Rahmen, der hinten Raum für einen Führersitz bietet und auf zwei miteinander gekuppelten Achsen gelagert

ist. Die Lokomotive, die betriebsfertig nur 2,8 t wiegt, soll imstande sein, etwa 500 kg Zugkraft gleichmäßig auszuüben, so daß sie Wagenladungen bis zu 15 t mit 13—16 km/st Geschwindigkeit befördern kann. Ihr größter Vorteil ist die Billigkeit des Betriebes. Der Benzinbehälter faßt Brennstoff für 10 Stunden Betriebsdauer. Der Benzinverbrauch wird mit weniger als ½ ltr. für 1 PS. und Stunde angegeben.

In Deutschland dürfte für den Bau von Lokomotiven mit Antrieb durch Verbrennungsmaschinen die Gasmotorenfabrik Deutz in erster Linie in Betracht kommen. Diese Firma hat, wie ich einem Bericht von Kramer*) entnehme, ziemlich alle Entwicklungsstufen dieses Fahrzeuges mitgemacht, von der nach den Patenten Neukirch gebauten Benzindruckluftlokomotive, sowie der ähnlich der Heilmannschen arbeitenden benzin-elektrischen Lokomotive angefangen, bis zu den heutigen, ziemlich hoch entwickelten Konstruktionen, bei denen die Triebkraft des Motors durch Räder- und Kettenübertragung an den Treibrädern nutzbar gemacht wird. Daß man im Gegensatz zu anderen auch heute noch verhältnismäßig langsam laufende Motoren — mit höchstens 300 Umdrehungen in der Minute — verwendet, wird damit begründet, daß die schnellaufenden Fahrzeugmotoren des Automobilbaues die für den Betrieb unter Tage erforderliche Zuverlässigkeit noch nicht besitzen und außerdem nicht für genügend lange Lebensdauer bemessen sind.

Figur 77—79 zeigen die heute maßgebende Konstruktion einer Deutzer Grubenlokomotive, Figur 80—82 diejenige einer Feldbahnlokomotive.

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Heft 14 Jahrgang 1906

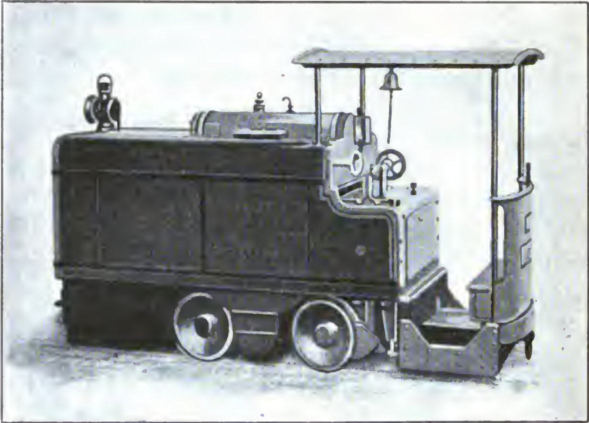


Fig. 77. Grubenlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

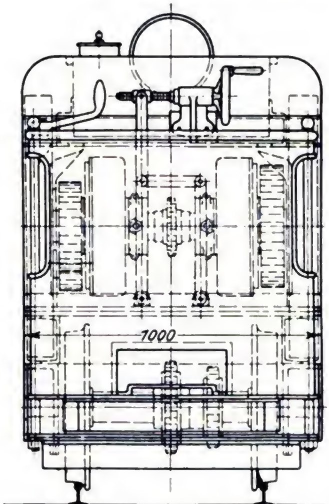


Fig. 78. Grubenlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

Die Bauart der Grubenlokomotive ist durch die Rücksicht auf den beschränkten Querschnitt der Förderstrecken bedingt worden. Wegen der häufig zu durchfahrenden Kurven mit Halbmessern bis zu 5 m herunter ist es wünschenswert, den Schwerpunkt des Fahrzeuges möglichst tief zu legen. Alle diese Erfordernisse werden durch eine liegende Antriebsmaschine erfüllt,

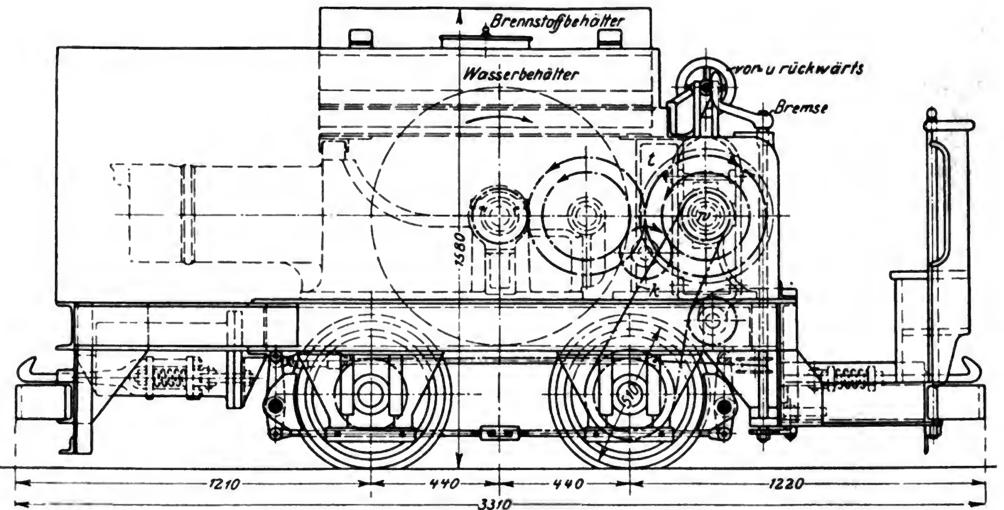


Fig. 79. Grubenlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.



Fig. 80. Feldbahnlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

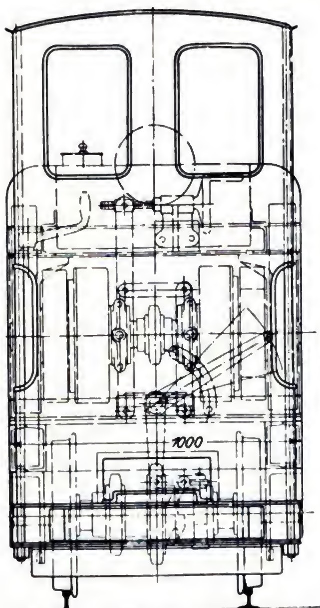


Fig. 81. Feldbahnlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

die nach Bedarf ein- oder zweizylindrig konstruiert wird und je nach Umständen mit Benzin, Spiritus oder Ergin betrieben werden kann.

Die Übertragung des Antriebes erfolgt bei Gruben- und Feldbahnlokomotiven in ähnlicher Weise. Bei beiden ist das Triebwerk *t* vor dem Motor angeordnet, um die Breite des Fahrzeuges in mäßigen Grenzen zu halten. Die durch eine Spannrolle *k* angespannte Kette läuft

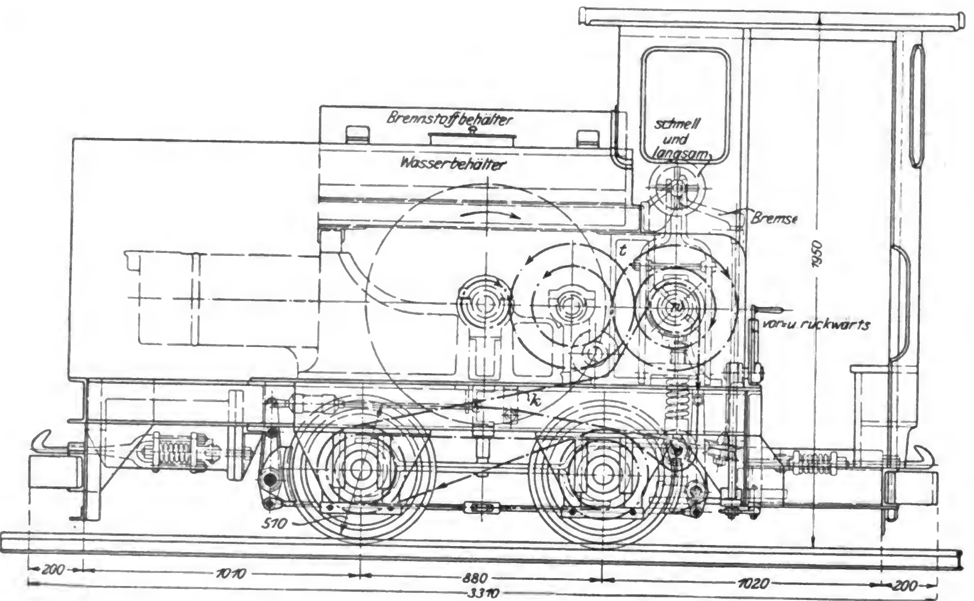


Fig. 82. Feldbahnlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

über zwei lose auf den Wellen w_1 und w_2 sitzende Antriebkettenräder, die sich in verschiedenen Richtungen drehen. Durch Kupplung des einen oder des anderen Kettenrades mit seiner Welle wird der Wagen von der einen oder der anderen Welle, also vorwärts oder rückwärts bewegt.

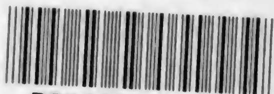
Zum Ingangsetzen und Umsteuern dient ein mit Spindel und Mutter verbundenes Handrad, mit dem die eine oder die andere Kupplung eingerückt werden kann.

Bei Grubenlokomotiven erhält das Getriebe meist nur eine Übersetzung für eine größte Fahrgeschwindigkeit von 6—7 km in der Stunde.

Bei Feldbahnlokomotiven, die gewöhnlich größere Steigungen bewältigen müssen und deren Fahrgeschwindigkeit bis zu 15 km in der Stunde beträgt, werden zwei Übersetzungen verwendet.

Gruben- und Feldbahnlokomotiven werden von der Gasmotorenfabrik Deutz heute in Größen von 6—24 PS. ausgeführt. Außerdem baut aber diese Fabrik auch Straßenbahn- oder Verschiebelokomotiven mit ähnlichem Antrieb, die bis zu 60 PS. Motorleistung erhalten und bei Fahrgeschwindigkeiten bis zu 30 km in der Stunde zweckmäßigerweise mit bis zu vier Geschwindigkeitsstufen des Kettengetriebes versehen werden.

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig-R.



Material

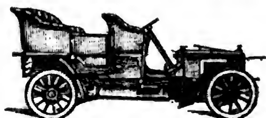
Sorge & Sabeck

Automobilhaus Louis Glück

DRESDEN
Prager-Straße 49
Struvestraße 9



LEIPZIG
Georgiring vis-a-vis
Hôtel Kaiserhof



Große Einstellhalle

für ca. 50 Fahrzeuge

\+ + +

Verkaufsmonopole:

Benz-Motorwagen

Opel-Darracq-Motorwagen

Automobilhaus Louis Glück

DRESDEN
Prager-Straße 49
Struvestraße 9



LEIPZIG
Georgiring vis-a-vis
Hôtel Kaiserhof

